

JP2002258085A

2002-9-11

Bibliographic Fields

Document Identity

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

(12)【公報種別】

公開特許公報(A)

(11)【公開番号】

特開2002-258085(P2002-258085
A)

(43)【公開日】

平成14年9月11日(2002. 9. 11)

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of Document]

Unexamined Patent Publication (A)

(11) [Publication Number of Unexamined Application]

Japan Unexamined Patent Publication 2002 - 258085 (P2002 -
258085A)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 14 year September 11 day (2002.9 . 11)

Public Availability

(43)【公開日】

平成14年9月11日(2002. 9. 11)

(43) [Publication Date of Unexamined Application]

Heisei 14 year September 11 day (2002.9 . 11)

Technical

(54)【発明の名称】

プレーナー光導波路およびその製造方法、なら
びに高分子光導波路

(54) [Title of Invention]

**PLANE OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS
MANUFACTURING METHOD、 AND POLYMER
OPTICAL WAVEGUIDE**

(51)【国際特許分類第7版】

G02B 6/122

6/12

6/13

【FI】

G02B 6/12 A

M

N

【請求項の数】

24

【出願形態】

OL

【全页数】

14

【テーマコード(参考)】

2H047

【Fターム(参考)】

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

G02B 6/122

6/12

6/13

【FI】

G02B 6/12 A

M

N

[Number of Claims]

24

[Form of Application]

OL

[Number of Pages in Document]

14

[Theme Code (For Reference)]

2 H047

[F Term (For Reference)]

JP2002258085A

2002-9-11

2H047 KA04 KA08 PA01 PA12 PA17 PA24
PA28 QA02 QA05 TA43

2 H047 kA 04 kA 08 PA01 PA12 PA17 PA24 PA28 QA02
QA05 TA43

Filing

【審査請求】

[Request for Examination]

未請求

Unrequested

(21)【出願番号】

(21) [Application Number]

特願2001-397048(P2001-397048)

Japan Patent Application 2001 - 397048 (P2001 - 397048)

(22)【出願日】

(22) [Application Date]

平成13年12月27日(2001. 12. 27)

Heisei 13 year December 27 day (2001.12 . 27)

Foreign Priority

(31)【優先権主張番号】

(31) [Priority Application Number]

特願2000-400398(P2000-400398)

Japan Patent Application 2000 - 400398 (P2000 - 400398)

(32)【優先日】

(32) [Priority Date]

平成12年12月28日(2000. 12. 28)

2000 December 28 days (2000.12 . 28)

(33)【優先権主張国】

(33) [Priority Country]

日本(JP)

Japan (JP)

(31)【優先権主張番号】

(31) [Priority Application Number]

特願2000-400399(P2000-400399)

Japan Patent Application 2000 - 400399 (P2000 - 400399)

(32)【優先日】

(32) [Priority Date]

平成12年12月28日(2000. 12. 28)

2000 December 28 days (2000.12 . 28)

(33)【優先権主張国】

(33) [Priority Country]

日本(JP)

Japan (JP)

Parties

Applicants

(71)【出願人】

(71) [Applicant]

【識別番号】

[Identification Number]

000005821

000005821

【氏名又は名称】

[Name]

松下電器産業株式会社

**MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO. LTD.
(DB 69-053-6552)**

【住所又は居所】

[Address]

大阪府門真市大字門真1006番地

Osaka Prefecture Kadoma City Oaza Kadoma 100 6

Inventors

(72)【発明者】

(72) [Inventor]

【氏名】

[Name]

光田 昌弘

Mitsuda Masahiro

JP2002258085A

2002-9-11

【住所又は居所】

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)【発明者】

【氏名】

岸本 良雄

【住所又は居所】

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

Agents

(74)【代理人】

【識別番号】

100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】

前田 弘（外7名）

Abstract

(57)【要約】

【課題】

容易なプロセスで実質的に円形断面を有するプ
レーナー光導波路を提供する。

【解決手段】

基板 11 上に形成された積層膜(21、41)と、積層
膜(21、41)中に形成された光導波路コア(31)とを
備えたプレーナー光導波路である。

光導波路コア(31)の断面は、略四角形であり、
光導波路コア(31)の周辺には、低屈折率化分子
を含有するドーパント層(21、41)が設けられてお
り、ドーパント層(21、41)に含有されていた低屈
折率化分子は、光導波路コア(31)の外側かつ角
部ほど高濃度で、光導波路コア(31)に偏在分布
しており、それによって、グレーデッド型光導波
路が構成されている。

[Address]

Inside of Osaka Prefecture Kadoma City Oaza Kadoma 100 6
Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (DB 69-053-6552)

(72) [Inventor]

[Name]

Kishimoto Yoshio

[Address]

Inside of Osaka Prefecture Kadoma City Oaza Kadoma 100 6
Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (DB 69-053-6552)

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Identification Number]

100,077,931

[Patent Attorney]

[Name]

Maeda Hiroshi (Outside 7 persons)

(57) [Abstract]

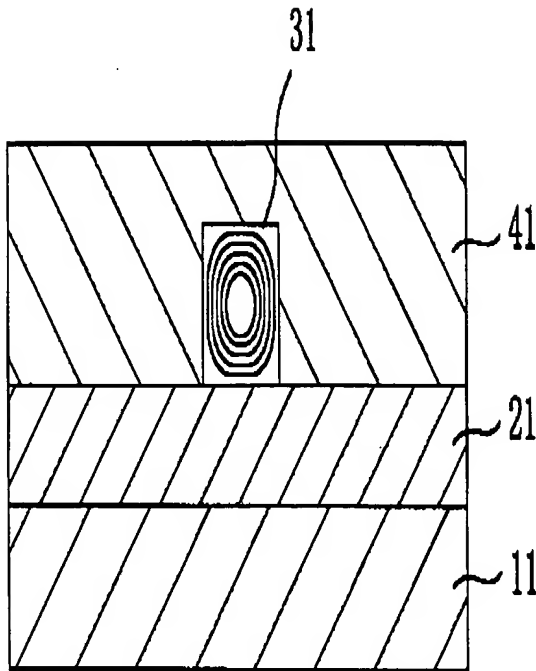
[Problems to be Solved by the Invention]

plane optical waveguide which substantially possesses
circular cross section with easy process is offered.

[Means to Solve the Problems]

laminated film which was formed on substrate 11 (21 and 41)
with, it is a plane optical waveguide which has optical
waveguide core (31) which was formed in laminated film (21
and 41).

As for cross section of optical waveguide core (31), with
abridged square , dopant layer (21 and 41) which contains low
index of refraction conversion molecule to be provided in
periphery of optical waveguide core (31), low index of
refraction conversion molecule which is contained in the
dopant layer (21 and 41), about outside and corner of optical
waveguide core (31) with the high concentration,
maldistribution amount fabric to have done in optical
waveguide core (31), with that, gray dead type optical
waveguide is formed.



Claims

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上に形成された積層膜と、前記積層膜中に形成された光導波路コアとを備えたプレーナー光導波路であって、

前記光導波路コアの断面は、略四角形であり、

前記略四角形の断面を有する前記光導波路コアの周辺には、低屈折率化分子を含有するドーパント層が設けられており、

前記ドーパント層に含有されていた前記低屈折率化分子は、前記光導波路コアの外側かつ角部ほど高濃度で、前記光導波路コアに偏在分布しており、それによって、グレーデッド型光導波路が構成されている、プレーナー光導波路。

【請求項 2】

前記ドーパント層は、前記基板上に形成されており、

前記ドーパント層上に、前記光導波路コアが形成されている。

[Claim(s)]

[Claim 1]

With plane optical waveguide which has laminated film which was formed on substrate and optical waveguide core which was formed in aforementioned laminated film,

As for cross section of aforementioned optical waveguide core, with abridged square ,

dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule to be provided in periphery of aforementioned optical waveguide core which possesses the cross section of aforementioned abridged square,

Aforementioned low index of refraction conversion molecule which is contained in aforementioned dopant layer, about outside and corner of the aforementioned optical waveguide core with high concentration, maldistribution amount fabric has done in aforementioned optical waveguide core, with that, gray dead type optical waveguide is formed, plane optical waveguide.

[Claim 2]

Aforementioned dopant layer is formed on aforementioned substrate,

plane optical waveguide. where aforementioned optical

成されている、請求項 1 に記載のプレーナ光導波路。

【請求項 3】

前記ドーパント層は、前記光導波路コアの上側に形成されている、請求項 1 に記載のプレーナ光導波路。

【請求項 4】

前記光導波路コアは、高分子材料から構成されており、

前記低屈折率化分子は、前記高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子から構成されており、

前記フッ素化相溶性分子は、前記高分子材料が有する反応性基と反応して化学結合で固定化されている、請求項 1 から 3 の何れか一つに記載のプレーナ光導波路。

【請求項 5】

前記高分子材料は、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリシロキサン、フッ素化ポリメタクリレート系樹脂からなる群から選択された少なくとも一種のフッ素化高分子材料であり、

前記低屈折率化分子は、前記フッ素化高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子から構成されている、請求項 4 に記載のプレーナ光導波路。

【請求項 6】

(a) 基板上に、低屈折率化分子を含有する第 1 のドーパント層を形成する工程と、

(b) 前記基板上に、光導波コアとなる薄膜を形成し、次いで、前記薄膜をエッチングして、断面が略四角形の光導波コアを形成する工程と、

(c) 断面が略四角形の前記光導波コアの上側に、低屈折率化分子を含有する第 2 のドーパント層を形成する工程と、

(d) 前記第 1 および第 2 のドーパント層から、前記略四角形の光導波コア中に前記低屈折率化分子をドーピングすることによって、前記四角形の光導波コアの外側かつ角部ほど、前記低屈折率化分子を高濃度に偏在分布させる工程とを包含する、プレーナ光導波路の製造方法。

waveguide core is formed on aforementioned dopant layer, states in Claim 1

[Claim 3]

plane optical waveguide. where aforementioned dopant layer is formed to topside of aforementioned optical waveguide core, states in Claim 1

[Claim 4]

Aforementioned optical waveguide core is formed from polymeric material,

Aforementioned low index of refraction conversion molecule is formed from fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with aforementioned polymeric material ,

plane optical waveguide. where aforementioned fluorination compatibility molecule reacting with reactive group which aforementioned polymeric material has, is fixed with chemical bond, states in the any one of Claim 1 to 3

[Claim 5]

As for aforementioned polymeric material, with fluorination polymeric material of at least one kind which is selected from group which consists of fluorinated polyimide, fluorination polysiloxane, fluorination poly methacrylate resin,

plane optical waveguide. where aforementioned low index of refraction conversion molecule is formed from fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with the aforementioned fluorination polymeric material states in Claim 4

[Claim 6]

On (a) substrate, step. which forms first dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule

On (b) aforementioned substrate, thin film which becomes optical waveguiding core is formed, next, aforementioned thin film etching is done, step. where cross section forms optical waveguiding core of abridged square

(c) cross section in topside of aforementioned optical waveguiding core of abridged square, step. which forms second dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule

From dopant layer of (d) aforementioned first and second, aforementioned low index of refraction conversion molecule doping is done in optical waveguiding core of the aforementioned abridged square, about outside and corner of optical waveguiding core of aforementioned square, aforementioned low index of refraction conversion molecule step which maldistribution amount fabric is done is included in the high concentration with , manufacturing method. of

【請求項 7】

前記工程(d)は、熱処理工程を含む、請求項 6 に記載のプレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 8】

前記低屈折率化分子は、フッ素化相溶性分子であり、

紫外線処理、電子線処理、プラズマ処理および熱処理からなる群から選択された少なくとも一種の処理により、前記光導波コアを構成する高分子材料と、ドーピングされた前記低屈折率化分子である前記フッ素化相溶性分子が有する反応性基とを反応させて、両者を化学結合で固体化させる工程を実行する、請求項 6 または 7 に記載のプレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 9】

光導波路コアを有するプレーナー光導波路であって、

前記光導波路コアは、基板上に形成されており、

前記光導波路コアの周辺には、低屈折率化分子を有する低屈折率層が形成されており、

前記光導波路コアは、その周縁部に前記低屈折率化分子を含有している、プレーナー光導波路。

【請求項 10】

前記低屈折率化分子は、前記光導波路コアの外側ほど高濃度に分布している、請求項 9 に記載のプレーナー光導波路。

【請求項 11】

基板上に、低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成する工程と、

前記ドーパント層の上に光導波路コアを形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する、プレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 12】

基板上に、光導波路コアを形成する工程と、

plane optical waveguide

[Claim 7]

manufacturing method. of plane optical waveguide to which aforementioned step (d) includes thermal processing process, states in Claim 6

[Claim 8]

As for aforementioned low index of refraction conversion molecule, with fluorination compatibility molecule ,

polymeric material and doping which form aforementioned optical waveguiding core due to the treatment of at least one kind which is selected from group which consists of ultraviolet treatment, electron beam treatment, plasma treatment and thermal processing, reactive group which aforementioned fluorination compatibility molecule which is a aforementioned low index of refraction conversion molecule which is done has reacting, manufacturing method. of plane optical waveguide which both executes step which solidification is done with chemical bond, states in Claim 6 or 7

[Claim 9]

With plane optical waveguide which possesses optical waveguide core,

Aforementioned optical waveguide core is formed on substrate,

low refractive index layer which possesses low index of refraction conversion molecule is formed in the periphery of aforementioned optical waveguide core,

Aforementioned optical waveguide core contains aforementioned low index of refraction conversion molecule in periphery, plane optical waveguide.

[Claim 10]

plane optical waveguide. which aforementioned low index of refraction conversion molecule about the outside of aforementioned optical waveguide core amount fabric has done in the high concentration, states in Claim 9

[Claim 11]

On substrate, step. which forms dopant layer which contains the low index of refraction conversion molecule

optical waveguide core is formed with respect to aforementioned dopant layer, after that, step which does heat treatment is included, manufacturing method. of the plane optical waveguide

[Claim 12]

On substrate, step. which forms optical waveguide core

前記光導波路コアの周辺に、低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する、プレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 13】

基板上に、低屈折率化分子を含有する第 1 のドーパント層を形成する工程と、

前記第 1 のドーパント層の上に光導波路コアを形成する工程と、

前記光導波路コアを覆うように、前記第 1 のドーパント層上に、低屈折率化分子を含有する第 2 のドーパント層を形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する、プレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 14】

前記光導波路コアの断面に、前記低屈折率化分子の等濃度線が略円形状となるように加熱する、請求項 11 から 13 の何れか一つに記載のプレーナー光導波路の製造方法。

【請求項 15】

フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリメタクリレート、およびフッ素化ポリシロキサンからなる群から選択される少なくとも一種のフッ素化高分子材料に、前記フッ素化高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子が添加された高分子組成物から構成されている、高分子光導波路。

【請求項 16】

前記高分子光導波路の断面の外側ほど、前記フッ素化相溶性分子が高濃度に偏在分布している、請求項 15 に記載の高分子光導波路。

【請求項 17】

前記フッ素化相溶性分子が有する反応性基と、前記フッ素化高分子材料が有する反応性基とが反応して形成された化学結合を有する、請求項 15 または 16 に記載の高分子光導波路。

【請求項 18】

In periphery of aforementioned optical waveguide core, dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule is formed, after that, step which does heat treatment is included, manufacturing method. of plane optical waveguide

[Claim 13]

On substrate, step. which forms first dopant layer which contains the low index of refraction conversion molecule

step. which forms optical waveguide core with respect to aforementioned first dopant layer

In order to cover aforementioned optical waveguide core, with respect to aforementioned first dopant layer, second dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule is formed, after that, step which does heat treatment is included, manufacturing method. of plane optical waveguide

[Claim 14]

In order in cross section of aforementioned optical waveguide core, for concentration line of aforementioned low index of refraction conversion molecule etc almost to become the round shape, manufacturing method. of plane optical waveguide which it heats, from Claim 11 states in any one of 13

[Claim 15]

In fluorination polymeric material of at least one kind which is selected from group which consists of fluorinated polyimide, fluorination polymethacrylate, and fluorination polysiloxane, it is constituted from polymer composition where fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with the aforementioned fluorination polymeric material is added, polymer optical waveguide.

[Claim 16]

polymer optical waveguide. which about outside of cross section of aforementioned polymer optical waveguide, aforementioned fluorination compatibility molecule maldistribution amount fabric has done in the high concentration, states in Claim 15

[Claim 17]

reactive group which aforementioned fluorination compatibility molecule has and reactive group which the aforementioned fluorination polymeric material has reacting, it possesses chemical bond which was formed, Claim 15 or polymer optical waveguide. which is stated in 16

[Claim 18]

前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリイミドであり、

前記フッ素化相溶性分子は、次の(1)~(3)

(1)ポリビニルピロリドン、(2)(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体、および(3)ポリメチルメタクリレートと(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体の組成物からなる群から選択される、ビニルピロリドン骨格含有化合物のフッ化物である、請求項 15 から 17 の何れか一つに記載の高分子光導波路。

【請求項 19】

前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリメチルメタクリレート系樹脂であり、

前記フッ素化相溶性分子は、第三級フルオロメチル基を有する有機化合物である、請求項 15 から 17 の何れか一つに記載の高分子光導波路。

【請求項 20】

前記第三級フルオロメチル基を有する有機化合物は、OH 基、エポキシ基およびイソシアネート基のうちの少なくとも 1 つを有し、

前記 OH 基、前記エポキシ基および前記イソシアネート基の少なくとも 1 つと、前記フッ素化ポリメチルメタクリレート系樹脂中のカルボキシル基とが反応して化学結合を形成し、それによって固定化されている、請求項 19 に記載の高分子光導波路。

【請求項 21】

前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリシロキサンであり、

前記フッ素化相溶性分子は、第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物である、請求項 15 から 17 の何れか一つに記載の高分子光導波路。

【請求項 22】

前記フッ素化ポリシロキサンに添加される前記シロキサン骨格化合物は、Si-OH 基および Si-Cl 基の少なくとも一方を有し、

前記 Si-OH 基および前記 Si-Cl 基の少なくとも一方と、前記フッ素化ポリシロキサン中の反応性基とが反応して形成された化学結合を有する、請求項 21 に記載の高分子光導波路。

【請求項 23】

As for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorinated polyimide ,

As for aforementioned fluorination compatibility molecule, following (1) - (3)

It is selected from (1) polyvinyl pyrrolidone, (2) (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer, and (3) polymethylmethacrylate and the group which consists of composition of (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer, it is a fluoride of vinyl pyrrolidone backbone-containing compound, polymer optical waveguide, which from Claim 15 is stated in any one of 17

[Claim 19]

As for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorination polymethylmethacrylate resin ,

Aforementioned fluorination compatibility molecule is organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group, the polymer optical waveguide. which from Claim 15 is stated in any one of 17

[Claim 20]

As for organic compound which possesses aforementioned tertiary fluoromethyl group, at least one inside OH group, epoxy group and isocyanate group possessing,

at least one of aforementioned OH group, aforementioned epoxy group and the aforementioned isocyanate group and carboxyl group in aforementioned fluorination polymethylmethacrylate resin reacting, polymer optical waveguide. where it forms chemical bond, is fixed with that, states in Claim 19

[Claim 21]

As for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorination polysiloxane ,

Aforementioned fluorination compatibility molecule is siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group, the polymer optical waveguide. which from Claim 15 is stated in any one of 17

[Claim 22]

As for aforementioned siloxane skeleton compound which is added to aforementioned fluorination polysiloxane, at least one of Si- OH group and Si- Cl group possessing,

at least one of aforementioned Si- OH group and aforementioned Si- Cl group and reactive group in aforementioned fluorination polysiloxane reacting, polymer optical waveguide. which possesses chemical bond which was formed, states in Claim 21

[Claim 23]

さらに、前記フッ素化相溶性基と、活性水素を有する非相溶性基とを共に備えた有機化合物が、2重量%以下で前記フッ素化高分子材料中に添加されている、請求項 15 に記載の高分子光導波路。

【請求項 24】

前記フッ素化相溶性基は、 $-\text{CF}_1\sim_3\text{H}_{2\sim_0}$ 基、 $=\text{CF}_2$ 基、 $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m+1}$ 基 ($n \geq 1$ 、 $2n \geq m \geq 1$)、 $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m}$ 基 ($n \geq 1$ 、 $2n \geq m \geq 1$)、および $-\text{C}_6\text{F}_m\text{H}_{6-m}$ 基 ($5 \leq m \leq 1$) からなる群から選択された少なくとも 1 種であり、

前記活性水素を有する非相溶性基は、 $-\text{CONH}_2$ 基、 $-\text{NH}_3$ 基、 $-\text{OH}$ 基、および $-\text{COOH}$ 基からなる群から選択された少なくとも 1 種である、請求項 23 に記載の高分子光導波路。

Specification

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信、光情報処理などに利用されるプレーナー光導波路およびその製造方法に関する。

特に、高分子材料から構成されたプレーナー光導波路およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信、光情報処理の技術が発達し光通信システムの実用化に伴い、光伝送路、半導体レーザ、受光素子等の種々な光通信用部品の開発が望まれている。

中でも、光信号を伝送する光伝送路は重要で、光損失が小さく、しかも製造が容易に行える等の条件が要求される。

【0003】

光伝送路は、石英をベースにした石英系のものと有機高分子材料をベースにした有機系のものがある。

中でも、プレーナー型の有機高分子系の光導波路(高分子導波路)を有する光伝送路は、石英系のものに比べて透明膜の透明度、耐熱性、ある

Furthermore, polymer optical waveguide, where organic compound which has aforementioned fluorination compatibility basis and immiscibility basis which possesses active hydrogen together, is added in aforementioned fluorination polymeric material with 2 wt%, or less states in Claim 15

[Claim 24]

As for aforementioned fluorination compatibility basis, $-\text{CF}_1\sim_3\text{H}_{2\sim_0}$ basis, $=\text{CF}_2$ basis, $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m+1}$ basis ($n \geq 1$, $2n \geq m \geq 1$), $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m}$ basis ($n \geq 1$, $2n \geq m \geq 1$), and $-\text{C}_6\text{F}_m\text{H}_{6-m}$ with at least 1 kind which is selected from group which consists of basic ($5 \geq m \geq 1$),

immiscibility basis which possesses aforementioned active hydrogen, $-\text{CONH}_2$ basis, $-\text{NH}_3$ basis, is at least 1 kind which is selected from group which consists of $-\text{OH}$ group, and $-\text{COOH}$ group, polymer optical waveguide, which is stated in the Claim 23

[Description of the Invention]

[0001]

[Technological Field of Invention]

this invention regards plane optical waveguide and its manufacturing method which are utilized in the optical communication, optical computing etc.

Especially, it regards plane optical waveguide and its manufacturing method which are formed from polymeric material.

[0002]

[Prior Art]

technology of optical communication, optical computing advances and development of part for the optical transmission line, semiconductor laser, photodetector or other various optical communication is desired attendant upon utilization of optical communication system.

or other condition to which, as for optical transmission line which light signal transmission is done being important, optical loss is small even among them, furthermore can do production easily is required.

[0003]

optical transmission line are those of quartz-based which designates quartz as the base and those of organic type which designates organic polymeric material as base.

Even among them, optical transmission line which possesses optical waveguide (polymer waveguide) of organic polymer type of plane type although clarity, heat resistance, or

いは性能が劣るものの、柔軟性に優れていること、容易に透明膜の形成ができること、製造工程の数が少なく低コストで製造できること等の面から期待が高い。

[0004]

高分子光導波路の材料としては、特開平 9-251113 号公報のほか、疋田真、今村三郎「電子材料」、32 頁、1996 年 2 月号や、丸野透「応用物理」、第 68 巻、第 1 号(1999 年)などに、フッ素化ポリイミドをはじめ、ポリメチルメタクリレート、シリコン樹脂、エポキシ樹脂などに代表される多くの高分子材料が開示されている。

[0005]

図 8(a)および(b)を参照しながら、従来の高分子系のプレーナー光導波路について説明する。

図 8(a)および(b)は、それぞれ、プレーナー光導波路の断面構成を模式的に示している。

[0006]

図 8(a)に示すように、従来のプレーナー光導波路は、基板 100 上に断面が四角形の溝を有する下側クラッド層 200 が形成され、その溝に有機高分子材料からなるコア層 300 が埋め込まれ、さらに、コア層 300 を埋め込むように上側クラッド層 400 が形成されたものであった。

[0007]

あるいは、図 8(b)に示すように、従来のプレーナー光導波路は、基板 101 上に下側クラッド層 201 が形成され、下側クラッド層 201 上に断面が四角形の有機高分子材料からなるコア層 301 が形成され、コア層 301 を埋め込むように上側クラッド層 401 が形成されたものであった。

[0008]

【発明が解決しようとする課題】

従来のように光導波路となるコア層 300、301 の断面形状が四角形の場合には、光導波路を反射しながら導波する光の光路長が必要以上に長くなる可能性があった。

さらには、四角形の一辺と一辺との境目で光の伝送損失や乱れを生じていた。

それゆえ、コア層の断面形状は、円形であることが望ましい。

performance of transparent film is inferior in comparison with those of quartz-based, is superior in softening, expectation is high from thing or other aspect which it can form the transparent film easily, can produce quantity of production step smaller with the low cost.

[0004]

As material of polymer optical waveguide, other than Japan Unexamined Patent Publication Hei 9-251113 disclosure, Hikita truth and Imamura Saburo "electronic material", 32 page, 1996 February numbers and Maruno being transparent "Oyobutsuri (Applied Physics)", in 6 th Vol.8, No.1 (1999) etc, are represented many polymeric material are disclosed in the polymethylmethacrylate, silicone resin, epoxy resin etc including fluorinated polyimide.

[0005]

While referring to Figure 8 (a) and (b), you explain concerning the plane optical waveguide of conventional polymer type.

Figure 8 (a) and (b), respectively, has shown cross section configuration of plane optical waveguide in schematic.

[0006]

As shown in Figure 8 (a), as for conventional plane optical waveguide, underside cladding layer 200 where cross section has slot of square on substrate 100 is formed, in order for the core layer 300 which consists of organic polymeric material in slot to be imbedded, furthermore, to imbed core layer 300 those where topside cladding layer 400 was formed.

[0007]

Or, as shown in Figure 8 (b), as for conventional plane optical waveguide, underside cladding layer 201 is formed on substrate 101, in order for core layer 301 where cross section consists of the organic polymeric material of square on underside cladding layer 201 to be formed, to imbedded core layer 301 those where topside cladding layer 401 was formed.

[0008]

[Problems to be Solved by the Invention]

conventional way when cross section shape of core layer 300, 301 which becomes optical waveguide is square, while reflecting optical waveguide, there was a possibility where the light path length of light which wave conduction is done becomes long above necessity.

Furthermore, transport loss and disorder of light were caused with the boundary of one edge and one edge of square.

Consequently, cross section shape of core layer is round, it is desirable.

[0009]

しかしながら、従来のプレーナー光導波路では、製法上、コア層の断面形状は四角形になってしまう。

図 8(a)に示した方法では、下側クラッド層 200 の溝をエッチングにより形成するため、コア層 300 の断面形状は四角形になり、同様に、図 8(b)に示した方法でも、コア層 301 そのものがエッチングによって形成されるため、コア層 301 の断面形状は四角形になる。

[0010]

また、本願出願人は、光導波路の断面を円形に形成する方法を幾つか検討させ、それを特願 2000-180648 号に開示している。

しかし、これらの方法は、既存のプロセスとは全く異なったプロセスを用いるため、コストが高くなるという課題が新たに生じる。

[0011]

一方、低光損失の光伝送路を実現するためには、特に、コア層となる光導波路の高分子材料に、光分散のない均一な透明性、高品質の成膜性が要求される。

透明度の高いコア層を実現する上で、分子間のスタッキングや結晶化を妨げて無定形にするために、従来の高分子光導波路では、高分子中にバルキーな分子成分を導入していた。

しかし、このような手法では、高分子のマトリクス物の特性が脆弱になりやすいという課題が生じる。

[0012]

本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、本発明の第 1 の目的は、容易なプロセスで実質的に円形断面を有するプレーナー光導波路およびその製造方法を提供することにある。

そして、本発明の第 2 の目的は、光導波路の均一透明性を高めるとともに、耐久性、接着性などに優れた高分子光導波路を提供することになる。

[0013]

【課題を解決するための手段】

本発明による第 1 のプレーナー光導波路は、基

[0009]

But, with conventional plane optical waveguide, on production method, as for cross section shape of core layer it becomes square.

With method which is shown in Figure 8 (a), in order slot of underside cladding layer 200 to form with etching, as for cross section shape of core layer 300 it becomes square, in same way, even with method which is shown in Figure 8 (b), because core layer 301 itself is formed with etching, cross section shape of core layer 301 becomes square.

[0010]

In addition, this applicant several examining method which forms the cross section of optical waveguide in round, has disclosed that in Japan Patent Application 2000-180648 number.

But, as for these method, in order existing process to use process which differs completely, problem that occurs anew cost becomes high.

[0011]

On one hand, in order to actualize optical transmission line of low optical loss, especially, film forming behavior of uniform transparency, high quality which does not have light dispersion is required to polymeric material of optical waveguide which becomes core layer.

When actualizing core layer where clarity is high, obstructing the stacking and crystallization of intermolecular, in order to make amorphous, with the conventional polymer optical waveguide, it introduced bulky molecule component in polymer.

But, with this kind of technique, problem that occurs property of the matrix of polymer is easy to become fragility.

[0012]

As for this invention considering to points which catch, being something which it is possible, first objective of this invention is to offer the plane optical waveguide and its manufacturing method which substantially possess circular cross section with the easy process.

And, second objective of this invention, as uniform transparency of optical waveguide is raised, means to offer polymer optical waveguide which is superior in durability, adhesiveness etc.

[0013]

[Means to Solve the Problems]

With this invention as for first plane optical waveguide, with

板上に形成された積層膜と、前記積層膜中に形成された光導波路コアとを備えたプレーナー光導波路であって、前記光導波路コアの断面は、略四角形であり、前記略四角形の断面を有する前記光導波路コアの周辺には、低屈折率化分子を含有するドーパント層が設けられており、前記ドーパント層に含有されていた前記低屈折率化分子は、前記光導波路コアの外側かつ角部ほど高濃度で、前記光導波路コアに偏在分布しており、それによって、グレーデッド型光導波路が構成されている。

【0014】

ある実施形態において、前記ドーパント層は、前記基板上に形成されており、前記ドーパント層上に、前記光導波路コアが形成されている。

【0015】

ある実施形態において、前記ドーパント層は、前記光導波路コアの上側に形成されている。

【0016】

前記光導波路コアは、高分子材料から構成されており、前記低屈折率化分子は、前記高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子から構成されており、前記フッ素化相溶性分子は、前記高分子材料が有する反応性基と反応して化学結合で固定化されていることが好ましい。

【0017】

前記高分子材料は、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリシロキサン、フッ素化ポリメタアクリレート系樹脂からなる群から選択された少なくとも一種のフッ素化高分子材料であり、前記低屈折率化分子は、前記フッ素化高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子から構成されていることが好ましい。

【0018】

本発明による第 1 のプレーナー光導波路の製造方法は、(a)基板上に、低屈折率化分子を含有する第 1 のドーパント層を形成する工程と、(b)前記基板上に、光導波コアとなる薄膜を形成し、次いで、前記薄膜をエッチングして、断面が略四角形の光導波コアを形成する工程と、(c)断

plane optical waveguide which has laminated film which was formed on substrate and optical waveguide core which was formed in the aforementioned laminated film, as for cross section of aforementioned optical waveguide core, with abridged square, dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule to be provided in periphery of aforementioned optical waveguide core which possesses cross section of aforementioned abridged square, Aforementioned low index of refraction conversion molecule which is contained in aforementioned dopant layer, about outside and corner of the aforementioned optical waveguide core with high concentration, maldistribution amount fabric has done in aforementioned optical waveguide core, with that, gray dead type optical waveguide is formed.

【0014】

In a certain embodiment, aforementioned dopant layer is formed on the aforementioned substrate, aforementioned optical waveguide core is formed on aforementioned dopant layer.

【0015】

In a certain embodiment, aforementioned dopant layer is formed to top side of aforementioned optical waveguide core.

【0016】

Aforementioned optical waveguide core is formed from polymeric material, aforementioned low index of refraction conversion molecule is formed from fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with aforementioned polymeric material, aforementioned fluorination compatibility molecule reacting with reactive group which aforementioned polymeric material has, is fixed with chemical bond, it is desirable.

【0017】

As for aforementioned polymeric material, with fluorination polymeric material of at least one kind which is selected from group which consists of fluorinated polyimide, fluorination polysiloxane, fluorination poly methacrylate resin, as for the aforementioned low index of refraction conversion molecule, it is constituted from the fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with aforementioned fluorination polymeric material, it is desirable.

【0018】

manufacturing method of first plane optical waveguide on (a) substrate, on step. (b) aforementioned substrate which forms first dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule, forms thin film which becomes optical waveguiding core with this invention, next, etching does aforementioned thin film, step. (c) cross

面が略四角形の前記光導波コアの上側に、低屈折率化分子を含有する第 2 のドーパント層を形成する工程と、(d)前記第 1 および第 2 のドーパント層から、前記略四角形の光導波コア中に前記低屈折率化分子をドーピングすることによって、前記四角形の光導波コアの外側かつ角部ほど、前記低屈折率化分子を高濃度に偏在分布させる工程とを包含する。

【0019】

ある実施形態において、前記工程(d)は、熱処理工程を含む。

【0020】

前記低屈折率化分子は、フッ素化相溶性分子であり、紫外線処理、電子線処理、プラズマ処理および熱処理からなる群から選択された少なくとも一種の処理により、前記光導波コアを構成する高分子材料と、ドーピングされた前記低屈折率化分子である前記フッ素化相溶性分子が有する反応性基とを反応させて、両者を化学結合で固体化させる工程を実行することが好ましい。

【0021】

本発明による第 2 のプレーナー光導波路は、光導波路コアを有するプレーナー光導波路であって、前記光導波路コアは、基板上に形成されており、前記光導波路コアの周辺には、低屈折率化分子を有する低屈折率層が形成されており、前記光導波路コアは、その周縁部に前記低屈折率化分子を含有している。

【0022】

前記低屈折率化分子は、前記光導波路コアの外側ほど高濃度に分布していることが好ましい。

【0023】

本発明による第 2 のプレーナー光導波路の製造方法は、基板上に、低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成する工程と、前記ドーパント層の上に光導波路コアを形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する。

section where the cross section forms optical waveguiding core of abridged square in topside of aforementioned optical waveguiding core of abridged square, From dopant layer of step. (d) aforementioned first and second which forms the second dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule, the aforementioned low index of refraction conversion molecule doping is done in optical waveguiding core of aforementioned abridged square, about outside and corner of the optical waveguiding core of aforementioned square, aforementioned low index of refraction conversion molecule step which maldistribution amount fabric is done is included in high concentration with .

【0019】

In a certain embodiment, aforementioned step (d) includes thermal processing process.

【0020】

As for aforementioned low index of refraction conversion molecule, with fluorination compatibility molecule, the polymeric material and doping which form aforementioned optical waveguiding core due to the treatment of at least one kind which is selected from group which consists of ultraviolet treatment, electron beam treatment, plasma treatment and thermal processing, reactive group which aforementioned fluorination compatibility molecule which is a aforementioned low index of refraction conversion molecule which is done has reacting, both executes step which solidification is done with chemical bond is desirable.

【0021】

As for second plane optical waveguide, with plane optical waveguide which possesses optical waveguide core, as for the aforementioned optical waveguide core, we are formed on substrate with this invention, the low refractive index layer which possesses low index of refraction conversion molecule is formed in the periphery of aforementioned optical waveguide core, aforementioned optical waveguide core contains aforementioned low index of refraction conversion molecule in periphery.

【0022】

Aforementioned low index of refraction conversion molecule about outside of the aforementioned optical waveguide core amount fabric has done in high concentration, it is undesirable .

【0023】

With this invention manufacturing method of second plane optical waveguide on substrate, forms optical waveguide core with respect to step. aforementioned dopant layer which forms the dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule after that, includes step which does heat treatment

[0024]

本発明による第 3 のプレーナー光導波路の製造方法は、基板上に、光導波路コアを形成する工程と、前記光導波路コアの周辺に、低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する。

[0025]

本発明による第 4 のプレーナー光導波路の製造方法は、基板上に、低屈折率化分子を含有する第 1 のドーパント層を形成する工程と、前記第 1 のドーパント層の上に光導波路コアを形成する工程と、前記光導波路コアを覆うように、前記第 1 のドーパント層上に、低屈折率化分子を含有する第 2 のドーパント層を形成し、その後、加熱処理をする工程とを包含する。

[0026]

前記光導波路コアの断面に、前記低屈折率化分子の等濃度線が略円形状となるように加熱することが好ましい。

[0027]

本発明による高分子光導波路は、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリメタクリレート、およびフッ素化ポリシロキサンからなる群から選択される少なくとも一種のフッ素化高分子材料に、前記フッ素化高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子が添加された高分子組成物から構成されている。

[0028]

前記高分子光導波路の断面の外側ほど、前記フッ素化相溶性分子が高濃度に偏在分布していることが好ましい。

[0029]

ある実施形態では、前記フッ素化相溶性分子が有する反応性基と、前記フッ素化高分子材料が有する反応性基とが反応して形成された化学結合を有する。

[0030]

ある実施形態において、前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリイミドであり、前記フッ素化相

treatment.

[0024]

manufacturing method of plane optical waveguide of third on substrate, in periphery of the step. aforementioned optical waveguide core which forms optical waveguide core, forms dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule with this invention, after that, includes step which does heat treatment.

[0025]

manufacturing method of plane optical waveguide of 4 th, in order on substrate, to cover the step. aforementioned optical waveguide core which forms optical waveguide core with respect to the step. aforementioned first dopant layer which forms first dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule, with respect to aforementioned first dopant layer, forms second dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule with this invention, after that, includes step which does the heat treatment.

[0026]

In order in cross section of aforementioned optical waveguide core, for concentration line of aforementioned low index of refraction conversion molecule etc almost to become the round shape, it heats it is desirable.

[0027]

With this invention polymer optical waveguide in fluorination polymeric material of at least one kind which is selected from group which consists of fluorinated polyimide, fluorination polymethacrylate, and fluorination polysiloxane, is formed from polymer composition where fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with aforementioned fluorination polymeric material is added.

[0028]

About outside of cross section of aforementioned polymer optical waveguide, the aforementioned fluorination compatibility molecule mal distribution amount fabric has done in high concentration, it is desirable.

[0029]

With a certain embodiment, reactive group which aforementioned fluorination compatibility molecule has and reactive group which aforementioned fluorination polymeric material has reacting, it possesses chemical bond which was formed.

[0030]

In a certain embodiment, as for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorinated polyimide, as for

溶性分子は、次の(1)~(3);(1)ポリビニルピロリドン、(2)(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体、および(3)ポリメチルメタクリレートと(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体の組成物からなる群から選択される、ビニルピロリドン骨格含有化合物のフッ化物である。

[0031]

前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリメチルメタクリレート系樹脂であり、前記フッ素化相溶性分子は、第三級フルオロメチル基を有する有機化合物であることが好ましい。

[0032]

前記第三級フルオロメチル基を有する有機化合物は、OH 基、エポキシ基およびイソシアネート基のうちの少なくとも 1 つを有し、前記 OH 基、前記エポキシ基および前記イソシアネート基の少なくとも 1 つと、前記フッ素化ポリメチルメタクリレート系樹脂中のカルボキシル基とが反応して化学結合を形成し、それによって固定化されていることが好ましい。

[0033]

前記フッ素化高分子材料は、フッ素化ポリシロキサンであり、前記フッ素化相溶性分子は、第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物であってもよい。

[0034]

前記フッ素化ポリシロキサンに添加される前記シロキサン骨格化合物は、Si-OH 基および Si-Cl 基の少なくとも一方を有し、前記 Si-OH 基および前記 Si-Cl 基の少なくとも一方と、前記フッ素化ポリシロキサン中の反応性基とが反応して形成された化学結合を有することが好ましい。

[0035]

さらに、前記フッ素化相溶性基と、活性水素を有する非相溶性基とを共に備えた有機化合物が、2 重量%以下で前記フッ素化高分子材料中に添加されていることが好ましい。

[0036]

前記フッ素化相溶性基は、 $-CF_1\sim_3H_{2\sim_0}$ 基、 $=CF_2$ 基、 $-C_nF_mH_{2n-m+1}$ 基 ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$)、 $-C_nF_mH_{2n-m}$ 基 ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$)、および $-C_6F_mH_{6-m}$ 基 ($5 \leq m \leq 1$) からなる群から選択され

aforementioned fluorination compatibility molecule, following (1) - (3); it is selected from (1) polyvinyl pyrrolidone, (2) (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer, and (3) polymethylmethacrylate and group which consists of composition of (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer, it is a fluoride of vinyl pyrrolidone backbone-containing compound.

[0031]

As for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorination polymethylmethacrylate resin, as for the aforementioned fluorination compatibility molecule, it is an organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group, it is undesirable.

[0032]

organic compound which possesses aforementioned tertiary fluoromethyl group has at least one inside OH group, epoxy group and isocyanate group, at least one of aforementioned OH group, aforementioned epoxy group and aforementioned isocyanate group and carboxyl group in the aforementioned fluorination polymethylmethacrylate resin react and it forms chemical bond, is fixed with that are desirable.

[0033]

As for aforementioned fluorination polymeric material, with fluorination polysiloxane, as for the aforementioned fluorination compatibility molecule, it is good even with siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group.

[0034]

Aforementioned siloxane skeleton compound which is added to aforementioned fluorination polysiloxane has at least one of Si-OH group and Si-Cl group, at least one of the aforementioned Si-OH group and aforementioned Si-Cl group and reactive group in the aforementioned fluorination polysiloxane react and it possesses chemical bond which was formed are desirable.

[0035]

Furthermore, organic compound which has aforementioned fluorination compatibility basis and the immiscibility basis which possesses active hydrogen together, is added in the aforementioned fluorination polymeric material with 2 wt% or less, it is desirable.

[0036]

As for aforementioned fluorination compatibility basis, $-CF_1\sim_3H_{2\sim_0}$ basis, $=CF_2$ basis, $-C_nF_mH_{2n-m+1}$ basis ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$), $-C_nF_mH_{2n-m}$ basis ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$), and $-C_6F_mH_{6-m}$ with at least 1 kind which is selected from group

た少なくとも 1 種であり、前記活性水素を有する非相溶性基は、 $-\text{CONH}_2$ 基、 $-\text{NH}_3$ 基、 $-\text{OH}$ 基、および $-\text{COOH}$ 基からなる群から選択された少なくとも 1 種であることが好ましい。

【0037】

本発明のプレーナー光導波路は、基板上に形成された光導波路コア中の周縁部に低屈折率化分子を含有しており、これにより、光導波路コアにおいて屈折率差を有する光導波路を形成でき、グレーデッド型のプレーナー光導波路を得ることができる。

また、本発明のプレーナー光導波路の製造方法では、基板上に低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成し、前記ドーパント層の上に光導波路コアを形成し、その後加熱処理する。

このようにして加熱処理すると、ドーパント層の低屈折率化分子が光導波路コアに移行するので、光導波路コアにおいて実質的に円形の光導波路を形成することできる。

【0038】

本発明の高分子光導波路は、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリメタクリレート、またはフッ素化ポリシロキサンの中からいずれかより選ばれた 1 つのフッ素化高分子材料(フッ素化高分子マトリクス)中に、当該フッ素化高分子材料より高いフッ素濃度を有するフッ素化相溶性分子が添加された高分子組成物から構成されている。

この構成により、フッ素化高分子材料中に、そのフッ素化高分子材料よりも高いフッ素濃度を有するフッ素化相溶性分子が入って、フッ素化相溶性分子が高分子材料(マトリクス)中で可塑剤のような作用をするので、固溶体を形成し無定形な分子凝集体を形成することになる。

従って、光に対して光学分散を持たない均一透明性を有する優れたコア層を得ることができる。

また、フッ素化高分子材料中に、そのフッ素化高分子材料よりも高いフッ素濃度を有するフッ素化相溶性分子を添加することにより、添加した部分の屈折率をも低くすることができる。

【0039】

which consists of basic ($5 \geq m \geq 1$), as for immiscibility basis which possesses aforementioned active hydrogen, $-\text{CONH}_2$ basis, $-\text{NH}_3$ basis, it is at least 1 kind which is selected from group which consists of $-\text{OH}$ group, and $-\text{COOH}$ group, it is desirable.

【0037】

plane optical waveguide of this invention to contain low index of refraction conversion molecule, be able to form optical waveguide which possesses refractive index difference because of this, in the optical waveguide core in periphery in optical waveguide core which was formed on substrate, the plane optical waveguide of gray dead type can be acquired.

In addition, with manufacturing method of plane optical waveguide of this invention, it forms the dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule on substrate, forms optical waveguide core with respect to aforementioned dopant layer, after that heat treatment does.

When heat treatment it does this way, because low index of refraction conversion molecule of dopant layer moves to optical waveguide core, substantially forming optical waveguide of the round in optical waveguide core it is possible.

【0038】

polymer optical waveguide of this invention in fluorination polymeric material (fluorination polymer matrix) of one which is chosen than any of fluorinated polyimide, fluorination polymethacrylate, or fluorination polysiloxane, is formed from polymer composition where fluorination compatibility molecule which possesses fluorine concentration which is higher than the this said fluorination polymeric material is added.

With this constitution, in fluorination polymeric material, in comparison with fluorination polymeric material the fluorination compatibility molecule which possesses high fluorine concentration entering, fluorination compatibility molecule in polymeric material (matrix), because action like plasticizer is done, it forms solid solution and amorphous it means to form molecule agglomerate.

Therefore, vis-a-vis light, it can acquire core layer which possesses uniform transparency which does not have optics dispersion and is superior.

In addition, in fluorination polymeric material, also index of refraction of portion which is added in comparison with fluorination polymeric material by adding fluorination compatibility molecule which possesses the high fluorine concentration, can be made low.

【0039】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明による実施の形態を説明する。

以下の図面においては、説明の簡潔化のため、実質的に同一の機能を有する構成要素を同一の参照符号で示す。

なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

【0040】

(第 1 の実施形態)図 1 を参照しながら、本発明による第 1 の実施形態に係るプレーナー光導波路を説明する。

図 1 は、本実施形態のプレーナー光導波路の断面構成を模式的に示している。

【0041】

本実施形態のプレーナー光導波路は、基板 11 上に形成された積層膜(21、41)と、積層膜(21、41)中に形成された光導波路コア 31 とを有している。

光導波路コア 31 は、略四角形の断面を有しており、光導波路コア 31 の周辺には、低屈折率化分子を含有するドーパント層(21、41)が形成されている。

そして、ドーパント層(21、41)に含有されていた低屈折率化分子は、光導波路コア 31 の外側かつ角部ほど高濃度で、光導波路コア 31 に偏在分布している。

このように偏在分布していることによって、グレーデッド型光導波路が構成されている。

ドーパント層は、低屈折率化分子を含有する層であり、言い換えると、移行性分子供給層である。

そして、低屈折率化分子は、当該低屈折率化分子をある物質に導入すると、その物質の屈折率を低くする分子のことをいう。

【0042】

本実施形態の構成をさらに詳述すると、次のようである。

基板 11 は、例えば、シリコンから構成されており、本実施形態では、シリコン基板の表面に酸化膜(不図示)が形成された基板 11 を用いている。

[Embodiment of the Invention]

While below, referring to drawing, you explain embodiment with the this invention .

Regarding drawing below, for brevity conversion of explanation, the constituent which substantially possesses same function is shown with same reference number.

Furthermore, this invention is not limited in embodiment below.

[0040]

While referring to (first embodiment) Figure 1, you explain plane optical waveguide which relate to first embodiment with this invention .

Figure 1 has shown cross section configuration of plane optical waveguide of this embodiment in schematic.

[0041]

plane optical waveguide of this embodiment laminated film which was formed on substrate 11 (21 and 41) with, has had optical waveguide core 31 which was formed in laminated film (21 and 41).

optical waveguide core 31 has had cross section of abridged square, dopant layer (21 and 41) which contains low index of refraction conversion molecule is formed in periphery of the optical waveguide core 31.

And, low index of refraction conversion molecule which is contained in dopant layer (21 and 41), about outside and corner of optical waveguide core 31 with high concentration, the maldistribution amount fabric has done in optical waveguide core 31.

This way maldistribution amount fabric it has done, gray dead type optical waveguide is formed by .

dopant layer, at layer which contains low index of refraction conversion molecule, paraphrase る with, is migration behavior molecule supply layer.

And, low index of refraction conversion molecule, when this said low index of refraction conversion molecule is introduced into a certain substance, is molecule saw which makes the index of refraction of substance low.

[0042]

When constitution of this embodiment furthermore is detailed, it seems the following way.

substrate 11 is formed from for example silicon, with this embodiment, uses substrate 11 where oxidized film (not shown in the diagram) was formed to surface of silicon substrate.

なお、基本となる基板(主基板)の表面に 1 または複数の層が形成された場合でも、本明細書では、その層を含めて基板という場合がある。

【0043】

酸化膜(不図示)が形成されたシリコン基板 11 上には、下側のドーパント層 21(第 1 のドーパント層)が形成されており、その膜厚は、例えば、5~100 μm 、典型的には 10 μm である。

ドーパント層 21 は、低屈折率化分子を光導波路コアとなるコア層に移行する下側移行性分子供給層(第 1 の移行性分子供給層)である。

【0044】

下側ドーパント層 21 上には、断面が略四角形(矩形状)の光導波路コアとなるコア層 31 が形成されている。

コア層 31 は、ポリジ(フッ化フェニル)シロキサンから構成されている。

コア層 31 の断面形状は、略四角形であればよく、幾何学的な四角形に限定されない。

例えば製造プロセス的な観点からみて、実質的に四角形となるように形成されていけばよい。

【0045】

コア層 31 は、低屈折率化分子としてメチル(トリフルオロメチル)シロキサン 3 量体(3M3FSi)を含有している。

言い換えると、ポリジ(フッ化フェニル)シロキサンからなるコア層 31 に、メチル(トリフルオロメチル)シロキサン 3 量体(3M3FSi)がドーブされている。

この 3M3FSi は、コア層 31 の断面の重心(中心)から断面の周囲(外側)に向かって外側ほど高濃度に偏在して分布している。

したがって、コア層 31 の四角形の断面において、外側ほど低屈折率となっている。

コア層 31 におけるこの分布の様子を、図 1 では、等濃度線で表している。

図 1 に示すように、等濃度線は、重心に向かうほど円形に近い形状(略円形状)となり、外側になるほど断面形状に近い円形となっていることがわかる。

Furthermore, in surface of substrate (main substrate) which becomes basis 1 or, with this specification, including layer of that, there are times, substrate even with when layer of multiple was formed.

【0043】

dopant layer 21 (first dopant layer) of underside is formed on silicon substrate 11 where the oxidized film (not shown in the diagram) was formed, film thickness is 10 μm in for example 5~100 μm , typical.

dopant layer 21 low index of refraction conversion molecule is underside migration behavior molecule supply layer (first migration behavior molecule supply layer) which moves to core layer which becomes optical waveguide core.

【0044】

core layer 31 where cross section becomes optical waveguide core of abridged square (rectangle) is formed on underside dopant layer 21.

core layer 31 is formed from poly di (fluoride phenyl) siloxane.

If cross section shape of core layer 31 should have been abridged square, in geometric square is not limited.

Considered as for example production process viewpoint, in order substantially to become the square, if it should have been formed.

【0045】

core layer 31 contains methyl (trifluoromethyl) siloxane trimer (3 M3FSi) as low index of refraction conversion molecule.

paraphrase る with, in core layer 31 which consists of poly di (fluoride phenyl) siloxane, methyl (trifluoromethyl) siloxane trimer (3 M3FSi) is done dope.

These 3 M3FSi have done about outside maldistribution doing in high concentration, from center of gravity (center) of cross section of core layer 31 facing toward periphery (outside) of cross section amount fabric.

Therefore, in cross section of square of core layer 31, about outside it has become low index of refraction.

Circumstances of this amount fabric in core layer 31, with Figure 1, such as are displayed with concentration line.

As shown in Figure 1, such as concentration line becomes, shape which is close to extent round which faces to center of gravity (Almost round shape) with has become round which is close to extent cross section shape which becomes the outside, understands.

[0046]

コア層 31 を覆うように、コア層 31 及び下側のドーパント層 21 の上には、低屈折率化分子をコア層に移行(ドーブ)するための上側ドーパント層(第 2 のドーパント層)41 が形成されている。

下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 は、その屈折率がコア層 31 の屈折率よりも低い材料で形成することが好ましい。

このようにすることにより、下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 をコア層 31 に対するクラッド層として用いることができる。

[0047]

また、コア層 31 をフッ素化高分子材料(フッ素化高分子マトリクス)から構成した場合に、低屈折率化分子が、コア層 31 のフッ素濃度よりも高いフッ素濃度を有し、かつ、コア層 31 のフッ素化高分子マトリクス中で可塑剤として作用するフッ素化相溶性分子とすると、コア層 31 にドーブされたフッ素化相溶性分子を、フッ素化高分子マトリクス中で可塑剤として働かせることができるため、脆性(クラック発生)を改良して、より透明性、成膜性、均質性に優れた光導波路にすることができる。

[0048]

また、この場合、フッ素化相溶性分子の反応性基とフッ素化高分子マトリクス中の反応性基とを反応させて、化学結合により固定化することが好ましい。

このようにすると、ドーブされたフッ素化相溶性分子がフッ素化高分子マトリクス中で拡散しないため、熱環境下でも一定の組成を保つことができ、経時安定性の高い優れた高分子光導波路を得ることができる。

さらに、コア層 31 における断面の外側のフッ素濃度が高まるので、その部分において低屈折率となり、クラッド-コアにおける屈折率差を大きくすることができ、光の伝搬性をよくすることができる。

なお、フッ素濃度とは、フッ素原子の密度をいい、単位体積当たりのフッ素原子の数をいう(フッ素数/cm³)。

[0049]

低屈折率化分子としては、可塑化効果を有するアルキル基、アルコキシ基、エステル基、カーボネート基などを有する分子を選択することが好

[0046]

In order to cover core layer 31, topside dopant layer because of (dope) it moves to core layer (second dopant layer) 41 is formed low index of refraction conversion molecule with respect to dopant layer 21 of core layer 31 and underside.

As for underside dopant layer index of refraction forms 21 and topside dopant layer 41, with low material in comparison with index of refraction of core layer 31 is desirable.

By making this way, underside dopant layer you can use 21 and topside dopant layer 41 as cladding layer for core layer 31.

[0047]

In addition, when core layer 31 is formed from fluorination polymeric material (fluorination polymer matrix), when the low index of refraction conversion molecule, has high fluorine concentration in comparison with the fluorine concentration of core layer 31, at same time, makes fluorination compatibility molecule which operates as plasticizer in fluorination polymer matrix of core layer 31, because in core layer 31 can use fluorination compatibility molecule which dope is done, in fluorination polymer matrix is possible, as plasticizer and improving brittle (cracking), From it can make optical waveguide which is superior in transparency, film forming behavior, uniformity.

[0048]

In addition, in this case, reactive group of fluorination compatibility molecule and reactive group in the fluorination polymer matrix reacting, it fixes with chemical bond it is desirable.

When it makes this way, fluorination compatibility molecule which dope is done in the fluorination polymer matrix, because scattering it does not do, fixed composition is maintained even under thermal environment, polymer optical waveguide where it is possible, the stability over time is high and is superior can be acquired.

Furthermore, because fluorine concentration of outside of cross section in core layer 31 increases, it becomes low index of refraction in portion, it enlarges refractive index difference in cladding-core, it is possible, can make propagation characteristic of light good.

Furthermore, fluorine concentration calls density of fluorine atom, it is number of fluorine atoms of per unit volume, (fluorine number/cm³).

[0049]

As low index of refraction conversion molecule, molecule which possesses alkyl group, alkoxy group, ester group, carbonate group etc which possesses plasticizing effect is

ましい。

【0050】

上記の可塑化作用を有する低屈折率化分子が化学結合で固定化される挙動は、ちょうど外部可塑化された高分子組成物が固定化反応により「内部可塑化」されることを意味しており、高分子中のソフトセグメントとなって好適な機械特性と光学特性を与える働きをする。

【0051】

コア層 31 を構成する、フッ素を含むフッ素化高分子材料(フッ素化高分子マトリクス)としては、(i)フッ素化ポリイミド、(ii)フッ素化ポリメチルメタクリレート系樹脂、(iii)フッ素化ポリシロキサンなどがある。

【0052】

(i) フッ素化高分子マトリクスとして、フッ素化ポリイミドを用いる場合、フッ素化相溶性分子として次の(1)~(3)のいずれかより選ばれたビニルピロリドン骨格含有化合物のフッ化物を用いるのが好ましい。

【0053】

(1)ポリビニルピロリドン

(2)(メチルメタクリレート-ビニルピロリドン)共重合体

(3)ポリメチルメタクリレートと(メチルメタクリレート-ビニルピロリドン)共重合体の組成物

ビニルピロリドン骨格含有化合物は、ポリイミドに対して相溶性が高いため、同様にそのフッ化物もフッ素化ポリイミドに対して相溶性が高く優れたドーパントとなる。

【0054】

一般に、ポリイミドは、分子拡散性の小さい固体膜の熱縮重合によってイミド構造に架橋されるため、固体膜中に縮重合でできなかった未反応基が多く残存するという欠点があるが、フッ素化ポリイミドも同様の硬化反応をするため、固体膜中に未反応の COOH 基及び-NH-基が多く残存する。

従って、これら未反応基とフッ素化されたビニルピロリドン骨格含有化合物とを反応させて、化学結合で固定化された高分子光導波路を得る。

【0055】

selected is desirable.

【0050】

behavior where low index of refraction conversion molecule which possesses the above-mentioned plasticizing action is fixed with chemical bond polymer composition which the outside is plasticized exactly "internal plasticization" by immobilization reaction to be semantic, becoming soft segment in polymer, it does function which gives the preferred mechanical property and optical property.

【0051】

There is a (i) fluorinated polyimide, (ii) fluorination poly methyl methacrylate resin, (iii) fluorination polysiloxane etc fluorination polymeric material which forms core layer 31, includes fluorine (fluorination polymer matrix) as.

【0052】

As (i) fluorination polymer matrix, when fluorinated polyimide is used, following (1) - it is desirable from any of (3) as fluorination compatibility molecule to use fluoride of vinyl pyrrolidone backbone-containing compound which is chosen.

【0053】

(1) polyvinyl pyrrolidone

(2) (methyl methacrylate-vinyl pyrrolidone) copolymer

composition of (3) polymethylmethacrylate and (methyl methacrylate-vinyl pyrrolidone) copolymer

vinyl pyrrolidone backbone-containing compound because compatibility is high vis-a-vis polyimide, in sameway becomes dopant where compatibility is superior highly fluoride vis-a-vis fluorinated polyimide.

【0054】

Generally, as for polyimide, because with thermal condensation polymerization of the solid membrane where molecule diffusivity is small crosslinking it is done in imide structure, there is a deficiency that unreacted group which condensation polymerization it is not possible in solid membrane remains mainly, but because also fluorinated polyimide does similar curing reaction, unreacted COOH group and -NH- basis remains mainly in solid membrane.

Therefore, these unreacted group and vinyl pyrrolidone backbone-containing compound which fluorination is done reacting, you obtain polymer optical waveguide which is fixed with chemical bond.

【0055】

(ii) フッ素化高分子マトリクスとして、フッ素化ポリメチルメタアクリレート系樹脂を用いる場合、フッ素化相溶性分子として第三級フルオロメチル基を有する有機化合物を用いるのが好ましい。

フッ素化ポリメチルメタアクリレートに第三級フルオロメチル基を有する有機化合物が添加されることにより構造の歪みが減るとともに、無定形性が増して、いっそう透明性が高く屈折率の低い優れた光学樹脂を構成できる。

フッ素化ポリメチルメタアクリレート系樹脂は一部のエステルを加水分解すれば高分子マトリクス中に反応性官能基 COOH 基が得られるため、これを固定化反応に利用できる。

【0056】

第三級フルオロメチル基を有する有機化合物としては、OH 基、エポキシ基、イソシアネート基のいずれかを有するものが好ましく、フッ素化ポリメチルメタアクリレート系樹脂中の前記未反応カルボキシル基と反応してエステル結合やウレタン結合やエポキシ硬化結合などを形成して固定化される。

【0057】

(iii) フッ素化高分子マトリクスとして、フッ素化ポリシロキサンを用いる場合、フッ素化相溶性分子として第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物を用いるのが好ましい。

フッ素化ポリシロキサンに第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物が添加されることにより、構造の歪みが減ると共に無定形性が増し、いっそう透明性が高く屈折率の低い優れた光学樹脂にすることができる。

【0058】

シリコン樹脂に代表されるポリシロキサンは、これ自身でも透明であり、そして、メチル基、フェニル基などの置換基をフッ素化したフッ素化ポリシロキサンはさらに屈折率が低下した優れた光学樹脂である。

これにさらに第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物を偏在分布させて、本実施形態のフッ素化高分子マトリクスは構成される。

光導波路に必要とされる赤外域の透明度をさらに高くするために、ポリシロキサン中に重水素が導入される場合もある。

As (ii) fluorination polymer matrix, when fluorination poly methyl methacrylate resin is used, it is desirable to use organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group as fluorination compatibility molecule.

As strain of structure decreases due to fact that organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group in fluorination poly methyl methacrylate is added, amorphous characteristic increasing, optical resin where transparency to be more high index of refraction is low and is superior can be formed.

If ester of part hydrolysis it does fluorination poly methyl methacrylate resin, because the reactive functional group COOH group is acquired in polymer matrix, this can be utilized in immobilization reaction.

【0056】

Those which possess any of OH group, epoxy group, isocyanate group as organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group, are desirable, reacting with aforementioned unreacted carboxyl group in fluorination poly methyl methacrylate resin, forming ester bond and urethane bond and epoxy hardening connection, etc are fixed.

【0057】

As (iii) fluorination polymer matrix, when fluorination polysiloxane is used, it is desirable to use the siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group as fluorination compatibility molecule.

As strain of structure decreases due to fact that siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group in fluorination polysiloxane is added, amorphous characteristic increases, it can make optical resin where transparency to be more high the index of refraction is low and is superior.

【0058】

As for polysiloxane which is represented in silicone resin, with transparent, and, as for fluorination polysiloxane which methyl group, phenyl group or other substituent fluorination is done furthermore index of refraction decreased is optical resin which is superior even with this itself.

Furthermore maldistribution amount fabric doing siloxane skeleton compound which possesses the tertiary fluoromethyl group in this, fluorination polymer matrix of this embodiment is formed.

When in order furthermore to make clarity of infrared region which is needed for optical waveguide high, deuterium is introduced in polysiloxane, it is.

[0059]

また、反応性のフッ素化ポリシロキサンは、フッ素化ポリシロキサンの有機置換基であるメチル基やフェニル基に、OH 基や COOH 基などの反応性官能基を導入すれば容易に得ることができる。

そして、エステル結合やウレタン結合やアミド結合やエポキシ硬化結合などによって高分子マトリクス中の偏在分布した前記シロキサン骨格化合物を固定化する。

[0060]

次に、図 2(a)~(d)を参照しながら、本実施形態に係るプレーナー光導波路の製造方法を説明する。

なお、図 2(a)および(d)は、本実施形態の製造方法を説明するための工程断面図である。

[0061]

まず、表面に酸化膜(不図示)が形成されたシリコンからなる基板 11 を用意した後、図 2(a)に示すように、その基板 11 上に、低屈折率化分子としての 3M3FSi と、ポリジ(トリフッ化フェニル)シロキサンとを 1:1 の重量比で含有するフルオロトルエン溶液をキャストして、下側ドーパント層 21 を形成する。

下側ドーパント層 21 の厚さは、例えば、10 μ m である。

[0062]

次に、図 2(b)に示すように、下側ドーパント層 21 の上に、ポリジ(フッ化フェニル)シロキサン薄膜を形成し、次いで、酸素プラズマによるエッチングを施して、光導波路コアとなる断面が四角形のコア層 31 を形成する。

[0063]

次に、図 2(c)に示すように、コア層 31 を覆うように、コア層 31 及び下側ドーパント層 21 の上に、上側ドーパント層 41 を形成する。

上側ドーパント層 41 の形成は、下側ドーパント層 21 と同じフルオロトルエン溶液を用いて実行する。

すなわち、低屈折率化分子としての 3M3FSi と、ポリジ(トリフッ化フェニル)シロキサンとを 1:1 の重量比で含有する下側ドーパント層 21 と同じフルオロトルエン溶液を用いて、上側ドーパント層 41 を形成する。

[0064]

[0059]

In addition, if fluorination polysiloxane of reactivity, in methyl group and phenyl group which are a organic substituent of fluorination polysiloxane, introduces OH group and COOH group or other reactive functional group, it can acquire easily.

And, is fixed maldistribution amount fabric in polymer matrix aforementioned siloxane skeleton compound which with such as ester bond is done and urethane bond and amide bond and epoxy hardening connection.

[0060]

While next, Figure 2 (a) - referring to (d), you explain manufacturing method of plane optical waveguide which relates to this embodiment.

Furthermore, Figure 2 (a) and (d) is step sectional view in order to explain manufacturing method of this embodiment.

[0061]

First, after preparing substrate 11 which consists of silicon where the oxidized film (not shown in the diagram) was formed to surface, as shown in Figure 2 (a), on the substrate 11, cast doing 3 M3FSi and fluoro toluene solution which 1: contains the poly di (tri fluoride phenyl) siloxane with weight ratio of 1 as low index of refraction conversion molecule, it forms underside dopant layer 21.

thickness of underside dopant layer 21 is for example 10 μ m.

[0062]

As next, shown in Figure 2 (b), with respect to underside dopant layer 21, the poly di (fluoride phenyl) siloxane thin film is formed, next, etching is administered with the oxygen plasma, cross section which becomes optical waveguide core forms core layer 31 of square.

[0063]

As next, shown in Figure 2 (c), in order to cover core layer 31, on the core layer 31 and underside dopant layer 21, topside dopant layer 41 is formed.

It executes formation of topside dopant layer 41, making use of same fluoro toluene solution as underside dopant layer 21.

topside dopant layer 41 is formed making use of same fluoro toluene solution as 3 M3FSi and underside dopant layer as namely, low index of refraction conversion molecule 21 which 1: contains the poly di (tri fluoride phenyl) siloxane with weight ratio of 1.

[0064]

次に、図 2(d)に示すように、下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 に含有する、低屈折率化分子である 3M3FSi をコア層 31 に移行(ドーピング)して偏在分布する。

このドーピングは、例えば 150 deg C の温度で熱処理することにより行われる。

[0065]

このとき、下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 における 3M3FSi は、コア層 31 の外側、即ち、下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 に近い部分から移行(ドーピング)していくため、下側ドーパント層 21 及び上側ドーパント層 41 に近い部分ほど高濃度に偏在分布する。

特に、四角形の角部ほど高濃度に偏在分布するため、コア層 31 は、その光導波路としての断面は実質的に円形となり、グレーデッド型の光導波路となる。

なお、コア層 31 に光を導波し、コア層 31 の端面から観察すると、コア層 31 の中心(四角形の重心)を中心としてほぼ円形に光っていた。

さらに、光導波特性を測定すると、SN 比の高いコヒーレントな光伝送が行えていることがわかった。

[0066]

また、3M3FSi をコア層 31 に移行後に、さらにコア層 31 を電子線照射により硬化処理し、ドーパント分子である 3M3FSi を固定化することにより、さらに安定なグレーデッド型の光導波路を得ることができる。

これは、コア層 31 のマトリクス内にドーブした 3M3FSi の反応性基と、コア層 31 の反応性基とを互いに化学結合により固定することができるからである。

この場合、電子線照射したコア層 31 の光導波路は、電子線照射しないものに比べて、経時変化が約 1/12 に小さくなる。

なお、第 1 の実施形態では、電子線照射により固定化したが、コア層 31 及び低屈折率化分子の材料によっては、紫外線、プラズマ、又は熱により固定化する方法を採用することもできる。

As next, shown in Figure 2 (d), it contains in underside dopant layer 21 and topside dopant layer 41, moving to core layer 31, (doping) maldistribution amount fabric it does 3 M3FSi which are a low index of refraction conversion molecule.

This doping is done by thermal processing doing with temperature of for example 150 deg C.

[0065]

This time, underside dopant layer in outside, namely underside dopant layer of core layer 31 and topside dopant layer 41 moving from portion which is close 21, in order(doping) to go, in underside dopant layer about portion which is close 21 and topside dopant layer 41 maldistribution amount fabric it does 3 M3FSi in 21 and topside dopant layer 41, in high concentration.

Especially, in order about corner of square maldistribution amount fabric to do in high concentration, as for core layer 31, as for cross section as the optical waveguide it becomes round substantially, becomes optical waveguide of gray dead type.

Furthermore, when wave conduction it does light in core layer 31, observes from endface of core layer 31, it had almost shone in round with the center (center of gravity of square) of core layer 31 as center.

Furthermore, when optical waveguiding characteristic is measured, coherent light transmission where SN ratio is high does, understood.

[0066]

In addition, 3 M3FSi after moving, furthermore core layer 31 curing is done in core layer 31 with electron beam illumination, furthermore stability optical waveguide of gray dead type can be acquired by fixing 3 M3FSi which are a dopant molecule.

Because this, mutually can lock reactive group of 3 M3FSi which dope are done and reactive group of core layer 31 inside matrix of core layer 31 with chemical bond.

In this case, as for optical waveguide of core layer 31 which electron beam illumination is done, change over time becomes small in approximately 1/12 in comparison with those which electron beam illumination are not done.

Furthermore, with first embodiment, it fixed with electron beam illumination, but with the material of core layer 31 and low index of refraction conversion molecule, it can also adopt method which is fixed with ultraviolet light, plasma, or heat.

[0067]

(第2の実施形態)以下、図3を参照しながら、第2の実施形態に係るプレーナー光導波路を説明する。

なお、図3は、本実施形態に係るプレーナー光導波路の断面構成を模式的に示している。

なお、説明の簡潔化を図るため、上記第1の実施形態と同様の説明については、省略または簡略化する。

[0068]

本実施形態のプレーナー光導波路においては、酸化膜(図示せず)が形成されたシリコンからなる基板12上に、低屈折率化分子をコア層に移行するための下側ドーパント層(第1のドーパント層)22が形成されている。

下側ドーパント層22の厚さは、例えば10 μ mである。

[0069]

下側ドーパント層22上には、断面が四角形の光導波路コアとなるコア層32が形成されている。

コア層32は、ポリジ(フッ化フェニル)シロキサンからなり、低屈折率化分子として(トリフルオロメチルメタクリレート-ビニルピロリドン(重量濃度=3:1))共重合オリゴマー(3FMMA-VPY)を含有している。

その3FMMA-VPYは、コア層32の断面の重心から断面の周囲(外側)に向かって外側ほど高濃度に偏在して分布している。

なお、図3では、コア層32におけるこの分布の様子を、等濃度線で表している。

図3に示すように、等濃度線は、重心に向かうほど円形に近い形状(略円形状)となり、外側になるほど断面形状に近い円形となっていることがわかる。

[0070]

そして、コア層32を覆うように、下側ドーパント層22の上には、低屈折率化分子をコア層に移行する上側ドーパント層(第2のドーパント層)42が形成されている。

[0067]

While below (second embodiment), referring to Figure 3, you explain plane optical waveguide which relates to second embodiment.

Furthermore, Figure 3 has shown cross section configuration of plane optical waveguide which relates to this embodiment in schematic.

Furthermore, in order to assure brevity conversion of explanation, it abbreviates or simplifies concerning explanation which is similar to above-mentioned first embodiment.

[0068]

Regarding plane optical waveguide of this embodiment, on substrate 12 which consists of the silicon where oxidized film (not shown) was formed, underside dopant layer in order to move to core layer (first dopant layer) 22 is formed low index of refraction conversion molecule.

thickness of underside dopant layer 22 is for example 10 μ m.

[0069]

core layer 32 where cross section becomes optical waveguide core of square is formed on underside dopant layer 22.

core layer 32 consists of poly di (fluoride phenyl) siloxane, contains (trifluoromethyl methacrylate-vinyl pyrrolidone (weight concentration=3:1)) copolymer oligomer (3 FMMA-VPY) as low index of refraction conversion molecule.

3 FMMA-VPY have done about outside maldistribution doing in high concentration, from center of gravity of cross section of core layer 32 facing toward periphery (outside) of cross section amount fabric.

Furthermore, with Figure 3, circumstances of this amount fabric in the core layer 32, such as are displayed with concentration line.

As shown in Figure 3, such as concentration line becomes, shape which is close to extent round which faces to center of gravity (Almost round shape) with has become round which is close to extent cross section shape which becomes the outside, understands.

[0070]

In order and, to cover core layer 32, topside dopant layer which moves to the core layer (second dopant layer) 42 is formed low index of refraction conversion molecule with respect to underside dopant layer 22.

[0071]

次に、図 4(a)~(d)を参照しながら、本実施形態に係るプレーナー光導波路の製造方法を説明する。

なお、図 4(a)~(d)は、本実施形態の製造方法を説明するための工程断面図である。

[0072]

まず、図 4(a)に示すように、酸化膜を形成した(不図示)シリコンからなる基板 12 上に、膜厚が例えば 10 μm の下側ドーパント層 22 を形成する。

下側ドーパント層 22 は、低屈折率化分子として 3FMMA-VPY と、ポリジ(トリフッ化フェニル)シロキサンとを 1:1 の重量比で含有する N-メチルピロリドン溶液をキャストして形成する。

[0073]

次に、図 4(b)に示すように、下側ドーパント層 22 の上に、(6FDA-ODA)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液を塗布し、次いで、250 度の温度で 1 時間の熱処理を施してフッ素化ポリイミド膜を形成する。

その後、酸素プラズマによるエッチングを施して、光導波路となる断面が四角形のコア層 32 を形成する。

ここで、6FDA とは、2,2'-bis(3,4-dicarboxyphenyl)hexafluoropanedianhydride であり、ODA は、4,4'-oxydianiline である。

[0074]

次に、図 4(c)に示すように、コア層 32 を覆うように、下側ドーパント層 22 の上に、上側ドーパント層 42 を形成する。

上側ドーパント層 42 は、下側ドーパント層 22 と同様の N-メチルピロリドン溶液を用いて形成される。

すなわち、低屈折率化分子として 3FMMA-VPY と、ポリジ(トリフッ化フェニル)シロキサンとを 1:1 の重量比で含有する N-メチルピロリドン溶液を用いて形成される。

[0075]

次に、図 4(d)に示すように、下側ドーパント層 22 及び上側ドーパント層 42 に含有する低屈折率化分子である 3FMMA-VPY を、コア層 32 に移行(ドーピング)して偏在分布する。

[0071]

While next, Figure 4 (a) - referring to (d), you explain manufacturing method of plane optical waveguide which relates to this embodiment.

Furthermore, Figure 4 (a) - (d) is step sectional view in order to explain manufacturing method of this embodiment.

[0072]

First, as shown in Figure 4 (a), on substrate 12 which consists of (not shown in the diagram) silicon which formed oxidized film, film thickness forms underside dopant layer 22 of for example 10 μm .

cast doing 3 FMMA-VPY and N- methyl pyrrolidone solution which 1: contains poly di (tri fluoride phenyl) siloxane with weight ratio of 1, as low index of refraction conversion molecule it forms underside dopant layer 22.

[0073]

As next, shown in Figure 4 (b), with respect to underside dopant layer 22, the dimethylacetamide (DMAc) solution of (6 FDA-ODA) polyamic acid coating fabric is done, next, the thermal processing of 1 hour is administered with temperature of 250 degrees and the fluorinated polyimide membrane is formed.

After that, administering etching with oxygen plasma, cross section which becomes optical waveguide forms core layer 32 of square.

Here, 6 FDA, with 2 and 2'-bis (3 and 4 -dicarboxyphenyl) hexafluoropanedianhydride, as for ODA, they are 4 and 4'-oxydianiline.

[0074]

As next, shown in Figure 4 (c), in order to cover core layer 32, with respect to underside dopant layer 22, topside dopant layer 42 is formed.

topside dopant layer 42 is formed making use of N- methyl pyrrolidone solution which is similar to underside dopant layer 22.

As namely, low index of refraction conversion molecule it is formed making use of 3 FMMA-VPY and N- methyl pyrrolidone solution which 1: contains poly di (tri fluoride phenyl) siloxane with weight ratio of 1.

[0075]

As next, shown in Figure 4 (d), 3 FMMA-VPY which are a low index of refraction conversion molecule which is contained in underside dopant layer 22 and topside dopant layer 42, moving to core layer 32, (doping) maldistribution amount fabric it does.

これは、140 deg C の温度で熱処理することにより行われる。

【0076】

このとき、3FMMA-VPY は、コア層 32 の外側、即ち、下側ドーパント層 22 及び上側ドーパント層 42 に近い部分から移行するため、下側ドーパント層 22 及び上側ドーパント層 42 に近い部分ほど高濃度に偏在分布する。

特に、矩形状の角部ほど高濃度に偏在分布するため、コア層 32 は、その光導波路としての断面は実質的に円形となり、グレーデッド型の光導波路となる。

なお、コア層 32 に光を導波し、コア層 32 の端面から観察すると、コア層 32 の中心(四角形の重心)を中心としてほぼ円形に光っていた。

さらに、光導波特性を測定すると、SN 比の高いコヒーレントな光伝送が行えていることがわかった。

【0077】

また、3FMMA-VPY をコア層 32 に移行後に、さらにコア層 32 を紫外線照射により架橋処理して 3FMMA-VPY を固定化することにより、さらに安定なグレーデッド型の光導波路を得ることができる。

これは、コア層 32 のマトリクス内にドーブした 3FMMA-VPY の反応性基とコア層 32 の反応性基とが互いに化学結合により固定することができるからである。

この場合、紫外線照射したコア層 32 の光導波路は、紫外線照射しないものに比べて、経時変化が約 1/9 に小さくなる。

【0078】

上記第 1 および第 2 の実施形態に係るプレーナ光導波路は、基板上に形成された光導波路コア中の周縁部に低屈折率化分子を有するものである。

これにより、光導波路コアにおいて屈折率差を有する光導波路を形成でき、グレーデッド型のプレーナ光導波路を得ることができる。

【0079】

This is done by thermal processing doing with temperature of 140 deg C.

【0076】

This time, in order in outside, namely underside dopant layer of core layer 32 and topside dopant layer 42 to move from portion which is close 22, in underside dopant layer about portion which is close 22 and topside dopant layer 42 maldistribution amount fabric it does 3 FMMA-VPY, in high concentration.

Especially, in order about corner of rectangle maldistribution amount fabric to do in high concentration, as for core layer 32, as for cross section as the optical waveguide it becomes round substantially, becomes optical waveguide of gray dead type.

Furthermore, when wave conduction it does light in core layer 32, observes from endface of core layer 32, it had almost shone in round with the center (center of gravity of square) of core layer 32 as center.

Furthermore, when optical waveguiding characteristic is measured, coherent light transmission where SN ratio is high does, understood.

【0077】

In addition, 3 FMMA-VPY after moving, furthermore crosslinking doing the core layer 32 in core layer 32 with ultraviolet light illumination, furthermore stability it can acquire optical waveguide of gray dead type by fixing 3 FMMA-VPY.

Because as for this, mutually it can lock reactive group of 3 FMMA-VPY which dope are done and reactive group of core layer 32 inside matrix of the core layer 32 with chemical bond.

In this case, as for optical waveguide of core layer 32 which ultraviolet light illumination is done, change over time becomes small in approximately 1/9 in comparison with those which ultraviolet light illumination are not done.

【0078】

plane optical waveguide which relates to embodiment of above-mentioned first and second is something which possesses low index of refraction conversion molecule in periphery in optical waveguide core which was formed on substrate.

Because of this, be able to form optical waveguide which possesses refractive index difference in optical waveguide core, plane optical waveguide of gray dead type can be acquired.

【0079】

特に、今後の高速、大容量通信として期待の高い波長多重光通信(WDM)用の光導波路としては、グレーデッド型の光導波路が適しており、これらのプレーナー光導波路は、波長多重用光導波路を構成するのに極めて有用である。

【0080】

また、上述した実施形態のプレーナー光導波路の製造方法は、基板上に低屈折率化分子を含有するドーパント層を形成し、当該ドーパント層の上に光導波路コアを形成し、その後加熱処理するものである。

したがって、加熱処理することにより、ドーパント層の低屈折率化分子が光導波路コアに移行し、光導波路コアにおいて実質的に円形の光導波路を形成できる。

また、既存の設備を用いて、容易に製造することもできる。

【0081】

(第3の実施形態)次に、第3の実施形態に係る高分子導波路を説明する。

ここで、第3の実施形態に係る高分子光導波路を説明する前提として、上述した実施形態と重複する内容もあるが、本実施形態の高分子導波路に共通する要素をまず先に説明する。

【0082】

上記第1および第2の実施形態と同様に、第3の実施形態におけるコア層も、フッ素化高分子材料(フッ素化高分子マトリクス)から構成されている。

例えば、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリメタクリレート、またはフッ素化ポリシロキサン of のいずれかの材料から構成されている。

【0083】

フッ素化高分子マトリクスには、フッ素化高分子マトリクスよりも高いフッ素濃度を有するフッ素化相溶性分子が添加(ドーピング)されて、フッ素化高分子マトリクスは、高分子組成物を構成する。

ここで、高分子組成物とは、添加されたフッ素化相溶性分子が高分子マトリクス中における分子化合物とはなっていないものの、フッ素化相溶性分子が高分子マトリクス中に取り込まれて、高分子マトリクスと一体として振る舞うような全

Especially, optical waveguide of gray dead type is suitable wavelength multiple optical communication whose expectation is high as future high speed, high capacity communication (WDM) as optical waveguide of business, these plane optical waveguide quite are useful because optical waveguide for wavelength multiple is formed.

【0080】

In addition, manufacturing method of plane optical waveguide of embodiment which description above is done forms dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule on substrate, forms optical waveguide core with respect to this said dopant layer, after that it is something which heat treatment is done.

Therefore, it depends on heat treatment doing, low index of refraction conversion molecule of dopant layer can move to optical waveguide core, can form optical waveguide of round substantially in optical waveguide core.

In addition, it is possible also to produce easily making use of the existing facility.

【0081】

(embodiment of third) Next, polymer waveguide which relates to embodiment of third is explained.

Here, embodiment and overlap which description above are done there is also a content which is done, as premise which explains the polymer optical waveguide which relates to embodiment of third, but element which is in common to polymer waveguide of this embodiment is explained first first.

【0082】

In same way as embodiment of above-mentioned first and second, also the core layer in embodiment of third, is formed from fluorination polymeric material (fluorination polymer matrix).

It is constituted from material of any of for example fluorinated polyimide, fluorination polymethacrylate, or the fluorination polysiloxane.

【0083】

fluorination compatibility molecule which possesses high fluorine concentration in comparison with fluorination polymer matrix being added (doping), as for fluorination polymer matrix, polymer composition is formed in fluorination polymer matrix.

Here, polymer composition, although it has not become with molecular compound fluorination compatibility molecule which is added in in polymer matrix, fluorination compatibility molecule being taken in in polymer matrix, as polymer matrix and one body and, pointing to kind of entirety

体を指して、高分子組成物と呼んでいる。

ただし、フッ素化相溶性分子が高分子マトリクス中で分子化合物となっている場合を高分子組成物の意味から排除するものではない。

また、ここで、「フッ素濃度」とはフッ素原子の密度をいい、単位体積当たりのフッ素の数とする(F 数/cm³)。

【0084】

フッ素化相溶性分子は、母体となるフッ素化高分子マトリクスに入り込み、フッ素化マトリクス中でゲル状の可塑剤のような作用をする分子である。

この作用により、フッ素化相溶性分子を添加されたフッ素化高分子マトリクス(高分子組成物)は、固溶体を形成し無定形な分子凝集体を形成することになる。

従って、光に対して光学分散を持たない均一透明性を有する優れた光導波路となる。

また、フッ素濃度が高くなった部分における光導波路の屈折率をも低くすることができる。

【0085】

また、高分子導波路におけるフッ素化相溶性分子の反応性基とフッ素化高分子マトリクスの反応性基とを反応させて化学結合で固定化することにより、フッ素化相溶性分子がフッ素化高分子マトリクスに固定化されるので、熱によってフッ素化相溶性分子が拡散せず、熱環境下でも一定の組成を保つことができ、経時安定性の高い高分子光導波路が得られる。

【0086】

また、フッ素化高分子マトリクス中に添加されたフッ素化相溶性分子光導波路の断面において外側ほど高濃度に偏在分布させることにより、フッ素濃度が大きくなった部分ほど低屈折率となり、屈折率分布型(グレーデッド型)の光導波路を構成することができる。

このとき、フッ素化相溶性分子を液相や気相に添加することによって容易に外側ほど高濃度に偏在分布させることができる。

【0087】

which it shakes whirls, you read polymer composition.

However, fluorination compatibility molecule in polymer matrix, it is not something which removes the case where it becomes molecular compound from meaning of polymer composition.

In addition, here, "fluorine concentration" with you call density of fluorine atom, make the quantity of fluorine of per unit volume (F several /cm³).

【0084】

fluorination compatibility molecule enters into fluorination polymer matrix which becomes matrix, it is a molecule which does action like plasticizer of gel in fluorination matrix.

With this action, fluorination polymer matrix (polymer composition) which fluorination compatibility molecule is added forms the solid solution and amorphous means to form molecule agglomerate.

Therefore, vis-a-vis light, it becomes optical waveguide which possesses the uniform transparency which does not have optics dispersion and is superior.

In addition, also index of refraction of optical waveguide in portion where fluorine concentration has become high can be made low.

【0085】

In addition, because fluorination compatibility molecule is fixed to fluorination polymer matrix by reactive group of fluorination compatibility molecule in polymer waveguide and reacting, fixing reactive group of fluorination polymer matrix with chemical bond, fluorination compatibility molecule scattering does not do at heat, fixed composition is maintained even under thermal environment, is possible, the polymer optical waveguide where stability over time is high is acquired.

【0086】

In addition, about portion where fluorine concentration has become large about outside by maldistribution amount fabric doing in high concentration in cross section of fluorination compatibility molecule optical waveguide which is added in fluorination polymer matrix, it becomes low index of refraction, can form optical waveguide of refractive index distribution type (graded type).

About outside maldistribution amount fabric is possible to liquid phase and gas phase easily to high concentration this time, fluorination compatibility molecule is added with.

【0087】

なお、フッ素化高分子マトリクスの具体的な材料として、トリフルオロメチル基を導入したフッ素化ポリメタクリレート系樹脂、ジ(トリフルオロ)イソプロピレン基を導入したフッ素化ポリイミド等が知られている。

しかし、バルキーで立体障害を起こすようなフッ素置換基でないほうが好ましく、テトラフルオロフェニレン基やポリフルオロアルキル基やポリフルオロアルコキシ基などの導入したものが好ましい。

【0088】

また、フッ素化相溶性分子としては、可塑化効果を有するポリフルオロアルキル基、ポリフルオロアルコキシ基、エステル基、あるいはカーボネート基等を有する相溶性の良い分子を用いる。

これにより、ドーピングされたフッ素化相溶性分子が可塑剤として働き、フッ素化高分子マトリクスにおけるクラック発生を防ぎ、より透明性、成膜性、均質性に優れた高分子光導波路を形成する。

【0089】

以下、第3の実施形態に係る高分子導波路をより具体的に説明する。

本実施形態では、フッ素化高分子マトリクスをフッ素化ポリイミドとし、フッ素化相溶性分子を、次の(1)~(3)のいずれかより選ばれたビニルピロリドン骨格含有化合物のフッ化物とする。

【0090】

(1)ポリビニルピロリドン

(2)(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体

(3)ポリメチルメタクリレートと(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体の組成物

ビニルピロリドン骨格含有化合物は、ポリイミドに対して相溶性が高いため、同様にそのフッ化物もフッ素化ポリイミドに対して相溶性が高く優れたドーパントとなる。

【0091】

また、上記(2)の(メチルメタクリレートビニルピロリドン)共重合体は、透明性の高い無定形のメチルメタクリレート(MMA)とビニルピロリドンとの共重合体であり、ビニル基により共重合体を形成するので、透明度と相溶性に優れた樹脂が得

Furthermore, fluorinated polyimide etc which introduces fluorination polymethacrylate resin, di (trifluoro) isopropylene group which introduces trifluoromethyl group as exemplary material of fluorination polymer matrix, is known.

But, one which is not a kind of fluorine-substituted group which causes geometric constraint with bulky is more desirable, tetrafluorophenylene group and polyfluoroalkyl group and poly fluoro alkoxy group or other those which are introduced are desirable.

【0088】

In addition, molecule where polyfluoroalkyl group, poly fluoro alkoxy group, ester group, which possesses plasticizing effect as fluorination compatibility molecule, or compatibility which possesses carbonate group etc is good is used.

Because of this, fluorination compatibility molecule which doping is done it works as the plasticizer, it prevents cracking in fluorination polymer matrix, from it forms polymer optical waveguide which is superior in transparency, film forming behavior, uniformity.

【0089】

Below, you explain from polymer waveguide which relates to embodiment of the third concretely.

<first with constitution >this embodiment, fluorination polymer matrix is designated as fluorinated polyimide, fluorination compatibility molecule, following (1) - is designated as fluoride of vinyl pyrrolidone backbone-containing compound which is chosen from any of (3).

【0090】

(1) polyvinyl pyrrolidone

(2) (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer

composition of (3) polymethylmethacrylate and (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer

vinyl pyrrolidone backbone-containing compound because compatibility is high vis-a-vis polyimide, in sameway becomes dopant where compatibility is superior highly fluoride vis-a-vis fluorinated polyimide.

【0091】

In addition, because (methyl methacrylate vinyl pyrrolidone) copolymer of above-mentioned (2) methyl methacrylate of amorphous where transparency is high (MMA) with with copolymer of the vinyl pyrrolidone, forms copolymer with vinyl group, resin which is superior in clarity and

られる。

【0092】

なお、一般に、ポリイミドは分子拡散性の小さい固体膜の熱縮合重合によってイミド構造に架橋されるため、固体膜中に縮合重合できなかった未反応基が多く残存するという欠点がある。

上記フッ素化ポリイミドも同様の硬化反応をするため、固体膜中に未反応の COOH 基及び NH 基が多く残存する。

本実施形態では、これらの残存基と上記のフッ素化されたビニルピロリドン骨格含有化合物とを反応させて、化学結合で固定化された高分子光導波路を得るものである。

【0093】

ポリイミドを形成する前駆体(プレポリマー)であるポリアミド酸の溶剤には、N-メチルアセトアミドや N-メチルピロリドンなどの高沸点溶剤を用いることが好ましい。

さらには、これらの溶液中にフッ素化ポリイミドよりなる光導波路を浸漬してドーピングすれば、断面の外側ほど高濃度に偏在分布させることができ、屈折率分布型の高分子光導波路が容易に得られる。

【0094】

なお、上記(3)は、上記(2)の共重合体と MMA との混合組成物であり上記(2)の材料の変形である。

次に、上記の構成とは異なり、フッ素化高分子マトリクスをフッ素化ポリメチルメタクリレート(フッ素化 PMMA)系樹脂とし、フッ素化相溶性分子を第三級フルオロメチル基を有する有機化合物とした構成について説明する。

【0095】

この構成の場合、フッ素化 PMMA に第三級フルオロメチル基を有する有機化合物が添加されることにより、構造の歪みが減ると共に無定形性が増し、いっそう透明性が高く屈折率の低い優れた光学樹脂を構成できる。

【0096】

compatibility is acquired.

【0092】

Furthermore, generally, as for polyimide because with thermal condensation polymerization of solid membrane where molecule diffusivity is small crosslinking it is done in imide structure, there is a deficiency that unreacted group which condensation polymerization it is not possible in solid membrane remains mainly.

Because also above-mentioned fluorinated polyimide does similar curing reaction, the unreacted COOH group and NH group remain mainly in solid membrane.

With this embodiment, these remains bases and vinyl pyrrolidone backbone-containing compound which the above-mentioned fluorination is done reacting, it is something which obtains polymer optical waveguide which is fixed with chemical bond.

【0093】

N- methyl acetamide and N- methyl pyrrolidone or other high boiling point solvent are used to solvent of polyamic acid which is a precursor (prepolymer) which forms polyimide, it is desirable .

Furthermore, soaking optical waveguide which consists of fluorinated polyimide in the solution of these, if doping it does, about outside of cross section the maldistribution amount fabric it does in high concentration, it is possible , the polymer optical waveguide of refractive index distribution type is acquired easily.

【0094】

Furthermore, above-mentioned (3) is deformation of material of the above-mentioned (2) with mixture of copolymer and MMA of the above-mentioned (2).

<second constitution > next, it designates fluorination polymer matrix as fluorination polymethylmethacrylate (fluorination PMMA) resin unlike above-mentioned constitution, it explains fluorination compatibility molecule concerning constitution which is made organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group.

【0095】

In case of this constitution, as strain of structure decreases due to fact that organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group in fluorination PMMA is added, amorphous characteristic increases, optical resin where transparency to become high index of refraction is low and is superior can be formed.

【0096】

ポリメチルメタクリレート(PMMA:Poly Methyl meta-acrylate)(「ポリメチルメタクリレート」ともいう)はこれ自身でも透明度が高く、フッ素化 PMMA はさらに屈折率が低下した優れた光学樹脂である。

本実施形態では、これにさらに第三級フルオロメチル基を有する有機化合物が添加されることにより、さらに透明で屈折率の低い高分子組成物が構成できる。

なお、PMMA は一部のエステルを加水分解すれば高分子マトリクス中に反応性官能基 COOH 基が得られるため、これを固定化反応に利用できる。

【0097】

なお、第三級フルオロメチル基を有する有機化合物が、OH 基、エポキシ基、イソシアネート基のいずれかを有し、フッ素化 PMMA 系樹脂中の未反応カルボキシル基と反応して化学結合を形成することにより、エステル結合やウレタン結合やエポキシ硬化結合などを形成してフッ素化相溶性分子が固定化される。

次に、フッ素化高分子マトリクスをフッ素化ポリシロキサンとし、フッ素化相溶性分子を第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物とした構成について説明する。

この構成の場合、フッ素化ポリシロキサンに第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物が添加されることにより、構造の歪みが減ると共に無定形性が増し、いっそう透明性が高く屈折率の低い優れた光学樹脂を構成できる。

【0098】

シリコン樹脂に代表されるポリシロキサンはこれ自身でも透明で、メチル基、フェニル基などの置換基をフッ素化したフッ素化ポリシロキサンはさらに屈折率が低下した優れた光学樹脂であるが、第 3 の実施形態では、さらに第三級フルオロメチル基を有するシロキサン骨格化合物が添加されることにより、さらに透明で屈折率の低い高分子組成物が構成できる。

【0099】

なお、反応性のフッ素化ポリシロキサンは、フッ素化ポリシロキサンの有機置換基であるメチル基やフェニル基に OH 基や COOH 基などの反応性官能基を導入すれば容易に得られる。

polymethylmethacrylate (PMMA:Poly methyl meta-acrylate) ("poly methyl methacrylate " With you say) clarity is high even with this itself, fluorination PMMA furthermore index of refraction decreased is optical resin which is superior.

With this embodiment, furthermore it can constitute polymer composition where the index of refraction is low with transparent furthermore due to fact that organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group is added in this.

Furthermore, if ester of part hydrolysis it does PMMA, because reactive functional group COOH group is acquired in polymer matrix, this can be utilized in immobilization reaction.

【0097】

Furthermore, organic compound which possesses tertiary fluoromethyl group, having any of OH group、 epoxy group、 isocyanate group, reacting with unreacted carboxyl group in fluorination PMMA resin and forming the ester bond and urethane bond and epoxy hardening connection etc by forming the chemical bond, fluorination compatibility molecule is fixed.

<third constitution > next, it designates fluorination polymer matrix as fluorination polysiloxane, itexplains fluorination compatibility molecule concerning constitution which is made siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group.

In case of this constitution, as strain of structure decreases dueto fact that siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group in fluorination polysiloxane isadded, amorphous characteristic increases, optical resin where transparency to bemore high index of refraction is low and is superior can be formed.

【0098】

As for polysiloxane which is represented in silicone resin with transparent, asfor fluorination polysiloxane which methyl group、 phenyl group or other substituent fluorination is done furthermore index of refraction decreased is optical resin which is superior even with this itself, butwith embodiment of third, furthermore it can constitute polymer composition where index of refraction is low with transparent furthermore due to fact that siloxane skeleton compound which possesses tertiary fluoromethyl group is added.

【0099】

Furthermore, fluorination polysiloxane of reactivity is acquired easily if OH group and COOH group or other reactive functional group are introduced in methyl group and phenyl group which are a organic substituent of fluorination polysiloxane.

さらに、光導波路に必要とされる赤外域の透明度をさらに高くするために、ポリシロキサン中に重水素が導入される場合もある。

【0100】

また、シロキサン骨格化合物としては、低分子量のフッ素化シロキサンオリゴマーなどを用いる場合もある。

なお、シロキサン骨格化合物が、Si-OH 基、Si-Cl 基のいずれかを有し、フッ素化ポリシロキサン中の反応性基と反応して化学結合を形成して固定化することにより、エステル結合やウレタン結合やアミド結合やエポキシ硬化結合などが形成されてシロキサン骨格化合物を固定化できる。

これにより製造された高分子光導波路は、フッ素化シランカップラーなども利用できる。

次に、フッ素化高分子マトリクス中に、フッ素化相溶性基と、活性水素を有する非相溶性基とを共に有する有機化合物を 2 重量%以下で添加した構成について説明する。

【0101】

有機化合物は、2 重量%以下と添加量は少ないものの、上記 2 種の官能基の性質によってフッ素化高分子マトリクスよりなる光導波路断面の表面付近に偏在して表面から活性水素を有する非相溶性基が顔を出し、その活性水素によって光導波路の表面に接着性が付与される。

この接着性によって、光導波モジュールのコア-クラッド間、クラッド-基板間、クラッド-電極パンプ間などの界面接着性が高められ、信頼性の高い素子が構成できる。

また、添加量を 2 重量%以下とするので、光導波特性への影響は少ない。

なお、非相溶性基とは、他の分子とブレンドしにくい性質を持つ基をいう。

この非相溶性基に、特定の機能(ここでは、活性水素の接着性)を付与することにより、その分子の表面に特定の機能を持たすことができる。

この例では、活性水素を有する非相溶性基によって、分子の表面に接着性を持たしている。

polysiloxane.

Furthermore, when in order furthermore to make clarity of. infrared region which is needed for optical waveguide high, deuterium is introduced in the polysiloxane, it is.

【0100】

In addition, when fluorination siloxane oligomer etc of low-molecular-weight is used as siloxane skeleton compound, it is.

Furthermore, ester bond and urethane bond and amide bond and epoxy hardening connection etc being formed by fact that siloxane skeleton compound, has any of Si-OH group, Si-Cl group, reacting with reactive group in fluorination polysiloxane, forming chemical bond and fixes, it can fix siloxane skeleton compound.

Because of this polymer optical waveguide which is produced can utilize also fluorosilane coupler etc.

< Constitution of 4 th > next, in fluorination polymer matrix, you explain concerning constitution which adds organic compound which possesses fluorination compatibility basis and immiscibility basis which possesses active hydrogen together with 2 wt% or less.

【0101】

As for organic compound, 2 wt% or less and as for addition quantity although it is little, maldistribution doing in surface vicinity of optical waveguide cross section which consists of fluorination polymer matrix with property of functional group of above-mentioned 2 kinds immiscibility basis which possesses active hydrogen from surface puts out the face, adhesiveness is granted to surface of optical waveguide with active hydrogen.

With this adhesiveness, it can raise or other interfacial adhesion between core cladding of the optical waveguiding module, between cladding-substrate and between cladding-electrode bump it can constitute the element where reliability is high.

In addition, because addition quantity is designated as 2 wt% or less, influence to optical waveguiding characteristic is little.

Furthermore, immiscibility basis, blending with other molecule, is the basis which has difficult property.

In this immiscibility basis, specific function is given in surface of the molecule by granting specific functional (Here, adhesiveness of active hydrogen), it is possible.

With this example, in immiscibility basis which possesses active hydrogen, the adhesiveness is given in surface of molecule.

[0102]

なお、フッ素化相溶性基として、 $-\text{CF}_1\sim_3\text{H}_{2\sim 0}$ 基、 $=\text{CF}_2$ 基、 $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m+1}$ 基 ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$)、 $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m}$ 基 ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$)、 $-\text{C}_6\text{F}_m\text{H}_{6-m}$ 基 ($5 \geq m \geq 1$) から 1 種選択し、活性水素を有する非相溶性基として、 $-\text{CONH}_2$ 基、 $-\text{NH}_3$ 基、 $-\text{OH}$ 基、 $-\text{COOH}$ 基より 1 種選択した有機化合物とする。

このような有機化合物の場合、2 重量%以下の少ない量の添加で表面接着性に優れる高分子光導波路が得られる。

次に、本実施形態にかかる高分子導波路の製造方法を説明する。

図 5(a)~(d)は、本実施形態におけるグレーデッド型のプレーナー型高分子導波路についての工程断面図である。

[0103]

まず、図 5(a)に示すように、シリコン基板 10 上に形成された酸化膜 20 の上に(6FDA-ODA)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液をキャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、250 deg C の温度で 1 時間硬化処理して透明なフッ素化高分子マトリクスであるフッ素化ポリイミド膜 30 を形成する。

ここで、6FDA は 2,2'-bis(3,4-dicarboxyphenyl)hexafluoropropanedianhydride で、ODA は 4,4'-oxydianiline である。

酸化膜 20 の厚さは、例えば、1~10 μm であり、フッ素化ポリイミド膜 30 の厚さは、例えば、50~200 μm である。

[0104]

次に、図 5(b)に示すように、フォトリソグラフィとエッチングにより、フッ素化ポリイミド膜 30 を断面の一辺が例えば 45 μm の矩形状の光導波路 40 に形成する。

[0105]

次に、図 5(c)に示すように、この光導波路が形成されたシリコン基板 10 を、フッ素化ポリイミド膜 30 よりもフッ素濃度の高いフッ素化相溶性分子である(トリフルオロメチルメタクリレートビニルピロリドン(3:1))共重合オリゴマーの N-メチルピロリドン溶液中に浸漬し、そして、表面を少し膨潤させてその共重合オリゴマーを添加(ドーピング)する。

図 5(c)中、光導波路 40 における斜線部が添加

[0102]

Furthermore, $-\text{CF}_1\sim_3\text{H}_{2\sim 0}$ basis, $=\text{CF}_2$ basis, $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m+1}$ basis ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$), $-\text{C}_n\text{F}_m\text{H}_{2n-m}$ basis ($n \geq 1, 2n \geq m \geq 1$), $-\text{C}_6\text{F}_m\text{H}_{6-m}$ 1 kind it selects from basic ($5 \geq m \geq 1$) as fluorination compatibility basis, $-\text{CONH}_2$ basis, $-\text{NH}_3$ basis, 1 kind than $-\text{OH}$ group, $-\text{COOH}$ group it makes organic compound which is selected as immiscibility basis which possesses active hydrogen.

In case of this kind of organic compound, polymer optical waveguide which in addition of the quantity whose 2 wt% or less is little is superior in surface adhesiveness is acquired.

<manufacturing method> next, manufacturing method of polymer waveguide which depends on this embodiment is explained.

Figure 5 (a) - as for (d), it is a step sectional view concerning plane type polymer waveguide of gray dead type in this embodiment.

[0103]

First, as shown in Figure 5 (a), cast doing dimethylacetamide (DMAc) solution of (6FDA-ODA) polyamic acid on oxidized film 20 which was formed on silicon substrate 10 film formation it does, with temperature of 160 deg C 1 hour drying later, 1 hour curing does with temperature of 250 deg C and it forms fluorinated polyimide membrane 30 which is a transparent fluorination polymer matrix.

Here, as for 6FDA with 2 and 2'-bis(3 and 4-dicarboxyphenyl) hexafluoropropanedianhydride, as for ODA they are 4 and 4'-oxydianiline.

As for thickness of oxidized film 20, with for example 1~10 μm , as for the thickness of fluorinated polyimide membrane 30, it is a for example 50~200 μm .

[0104]

As next, shown in Figure 5 (b), one edge of cross section forms fluorinated polyimide membrane 30 in optical waveguide 40 of rectangle of for example 45 μm with the photolithography and etching.

[0105]

As next, shown in Figure 5 (c), it soaks in N-methyl pyrrolidone solution of (trifluoromethyl methacrylate vinyl pyrrolidone (3:1)) copolymer oligomer which is a fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high silicon substrate 10 where this optical waveguide was formed, in comparison with fluorinated polyimide membrane 30 and, swelling does surface a little and adds copolymer oligomer (doping).

In Figure 5 (c), it is a portion where slanted line part in

された部分である。

なお、このときドーピングされた光導波路 40 に電子線を照射し、主としてビニル部分を架橋することによりオリゴマーを固定してもよい。

[0106]

次に、図 5(d)に示すように、光導波路 40 上に(6FDA-TFDB)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液をキャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、250 deg C の温度で 1 時間硬化処理して透明なフッ素化ポリイミド膜よりなる上側クラッド層 50 を形成する。

こ こ で 、 TFDB は 、 2,2' -bis(trifluoromethyl)9-4,4' -diaminobiphenyl である。

なお、上側クラッド層 50 の厚さは、例えば、10~100 μ m である。

[0107]

この製造された光導波路の断面形状は矩形であるが、その矩形の角の部分にフッ素濃度の高い共重合オリゴマーが多くドーピングされて屈折率が大きく低下するため、光導波断面は実質的に円形に近くなる。

[0108]

次に、図 6(a)~(c)を参照しながら、本実施形態におけるグレーデッド型のプレーナー型高分子導波路の他の製造方法を説明する。

図 6(a)~(c)は、その高分子導波路の工程断面図である。

[0109]

まず、図 6(a)に示すように、シリコン基板 10 上に形成された酸化膜 20 の上に、ポリジフッ化フェニルシロキサン(fluorinated polysiloxane)のフルオロトルエン溶液をキャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、フッ素化高分子マトリクスであるフッ素化ポリシロキサン膜 35 を形成する。

フッ素化ポリシロキサン膜 35 の厚さは、例えば、20~50 μ m である。

[0110]

次に、図 6(b)に示すように、フォトリソグラフィとエッチングにより、フッ素化ポリシロキサン膜 35 を断面の一边が例えば 15 μ m の矩形状の光導波路 41 に形成する。

optical waveguide 40 is added.

Furthermore, this time it irradiates electron beam to optical waveguide 40 which the doping is done, it is possible to lock oligomer by crosslinking doing the vinyl portion mainly.

[0106]

As next, shown in Figure 5 (d), cast doing dimethylacetamide (DMAc) solution of (6 FDA-TFDB) polyamic acid on optical waveguide 40, film formation it does, with temperature of 160 deg C 1 hour drying later, 1 hour curing does with temperature of 250 deg C and it forms topside cladding layer 50 which consists of transparent fluorinated polyimide membrane.

Here, TFDB, 2 and 2' -bis (trifluoromethyl) is 9 - 4 and 4' -diamino biphenyl.

Furthermore, thickness of topside cladding layer 50 is for example 10~100 μ m.

[0107]

This cross section shape of optical waveguide which is produced is rectangular, but the copolymer oligomer where fluorine concentration is high in portion in angle of rectangular being done, to be many dope because index of refraction decreases largely, the optical waveguiding cross section substantially becomes close in round.

[0108]

While next, Figure 6 (a) - referring to (c), you explain other manufacturing method of plane type polymer waveguide of gray dead type in this embodiment.

Figure 6 (a) - (c) is step sectional view of polymer waveguide.

[0109]

First, as shown in Figure 6 (a), on oxidized film 20 which was formed on the silicon substrate 10, cast doing fluoro toluene solution of poly di fluoride phenyl siloxane, film formation it does, 1 hour drying later, it forms fluorination polysiloxane film 35 which is a fluorination polymer matrix with temperature of 160 deg C.

thickness of fluorination polysiloxane film 35 is for example 20~50 μ m.

[0110]

As next, shown in Figure 6 (b), one edge of cross section forms fluorination polysiloxane film 35 in optical waveguide 41 of rectangle of for example 15 μ m with photolithography and the etching .

[0111]

次に、図 6(c)に示すように、この光導波路 45 が形成されたシリコン基板 10 を、フッ素化ポリシロキサン膜 35 よりもフッ素濃度の高いフッ素化相溶性分子であるメチル(トリフルオロメチル)シロキサン 3 量体のフルオロトルエン溶液中に浸漬し、そして、表面を少し膨潤させてそのメチル(トリフルオロメチル)シロキサン 3 量体を添加(ドーピング)して、それにより、グレーデッド型の光導波路 45 を得る。

図 6(c)中、光導波路 45 における斜線部が添加された部分である。

[0112]

なお、この後、前述のように光導波路 45 を覆うように上側クラッド層を形成してもよい。

[0113]

この製造された光導波路の断面形状は矩形であるが、その矩形の角の部分にフッ素濃度の高い共重合オリゴマーが多くドーピングされて屈折率が大きく低下するため、光導波断面は実質的に円形に近くなる。

[0114]

また、メチル(トリフルオロメチル)シロキサン 3 量体をドーピング後に、電子線で硬化処理してドーパント分子を反応固定化する。

これにより、安定なグレーデッド型の光導波路を得ることができ、電子線で硬化処理した光導波路は、電子線で硬化処理しない光導波路に比べて、経時変化が約 1/12 に小さくなった。

[0115]

次に、図 7(a)~(d)を参照しながら、本実施形態におけるステップ型のプレーナー型高分子導波路の製造方法を説明する。

図 7(a)~(d)は、その高分子導波路の工程断面図である。

[0116]

まず、図 7(a)に示すように、シリコン基板 10 上に形成された酸化膜 20 の上に(6FDA-ODA)ポリアミド酸のジメチルアセタミド(DMAc)溶液をキャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、250 deg C の温度で 1 時間硬化処理して透明なフッ素化ポリイミド膜よりなる下側クラッド

[0111]

As next, shown in Figure 6 (c), soaking in fluoro toluene solution of methyl (trifluoromethyl) siloxane trimer which is a fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high silicon substrate 10 where this optical waveguide 45 was formed, in comparison with fluorination polysiloxane film 35 and, swelling doing surface a little and adding methyl (trifluoromethyl) siloxane trimer you obtain optical waveguide 45 of gray dead type (doping), with that.

In Figure 6 (c), it is a portion where slanted line part in optical waveguide 45 is added.

[0112]

Furthermore, after and aforementioned way this in order to cover optical waveguide 45, it is possible to form topside cladding layer.

[0113]

This cross section shape of optical waveguide which is produced is rectangular, but the copolymer oligomer where fluorine concentration is high in portion in angle of rectangular beingdone, to be many dope because index of refraction decreases largely, the optical waveguiding cross section substantially becomes close in round.

[0114]

In addition, after doping, curing doing methyl (trifluoromethyl) siloxane trimer with electron beam, it reacts fixes dopant molecule.

Because of this, stability be able to acquire optical waveguide of gray deadtype, with electron beam as for optical waveguide which curing is done, the change over time became small in approximately 1/12 in comparison with optical waveguide which curing is not done with electron beam.

[0115]

While next, Figure 7 (a) - referring to (d), you explain manufacturing method of plane type polymer waveguide of step type in this embodiment.

Figure 7 (a) - (d) is step sectional view of polymer waveguide.

[0116]

First, as shown in Figure 7 (a), cast doing dimethylacetamide (DMAc) solution of(6 FDA-ODA) polyamic acid on oxidized film 20 which was formed on silicon substrate 10 film formation itdoes, with temperature of 160 deg C 1 hour drying later, 1 hour curing doeswith temperature of 250 deg C and it forms underside cladding layer 62 which consists of

層 62 を形成する。

[0117]

次に、図 7(b)に示すように、(6FDA-ODA)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液と(トリフルオロメチルメタクリレートビニルピロリドン(3:1)共重合オリゴマーの N-メチルピロリドン溶液との混合液を、キャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、フッ素化高分子マトリクスであるフッ素化ポリアミド膜 36 を形成する。フッ素化ポリアミド膜 36 の厚さは、例えば、20~50 μ m である。)

[0118]

次に、図 7(c)に示すように、フォトリソグラフィとエッチングにより、フッ素化ポリアミド膜 36 を断面の一边が例えば 15 μ m の矩形のコア層となる光導波路 46 を形成する。

[0119]

次に、図 7(d)に示すように、光導波路 46 上に(6FDA-TFDB)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液をキャストして成膜し、160 deg C の温度で 1 時間乾燥後、250 deg C の温度で 1 時間硬化処理して透明なフッ素化ポリアミド膜よりなる上側クラッド層 56 を形成する。

[0120]

なお、(6FDA-ODA)ポリアミド酸のジメチルアセトアミド(DMAc)溶液と(トリフルオロメチルメタクリレートビニルピロリドン(3:1)共重合オリゴマーの N-メチルピロリドン溶液との混合液に、さらに 2,2'-ビス(3,4-ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパンを固形分の 1%加える。

[0121]

これにより得られた光導波路は、コア-クラッド界面の接着性が良く、安定した光導波特性が得られる。

[0122]

本実施形態によれば、フッ素化高分子マトリクスに、そのフッ素化高分子マトリクスよりも高いフッ素濃度を有するフッ素化相溶性分子を添加して高分子光導波路を構成するので、フッ素化高分子マトリクス中に、フッ素化相溶性分子が入って、フッ素化相溶性分子がマトリクス中で可塑剤のような働きをして、固溶体を形成し無定形な分子凝集体を形成することになる。

従って、光に対して光学分散を持たない均一透

transparent fluorinated polyimide membrane.

[0117]

Way next, it shows in Figure 7 (b), dimethylacetamide (DMAc) solution of (6 FDA-ODA) polyamic acid (cast doing mixed solution of N- methyl pyrrolidone solution of trifluoromethyl methacrylate vinyl pyrrolidone (3: 1) copolymer oligomer, the film formation it does, 1 hour drying later, it forms fluorinated polyimide membrane 36 which is a fluorination polymer matrix with temperature of 160 deg C. thickness of fluorinated polyimide membrane 36 is for example 20~50 μ m.)

[0118]

As next, shown in Figure 7 (c), fluorinated polyimide membrane 36 optical waveguide 46 where the one edge of cross section becomes core layer of rectangle of for example 15 μ m is formed with photolithography and etching .

[0119]

As next, shown in Figure 7 (d), cast doing dimethylacetamide (DMAc) solution of (6 FDA-TFDB) polyamic acid on optical waveguide 46, film formation it does, with temperature of 160 deg C 1 hour drying later, 1 hour curing does with temperature of 250 deg C and it forms topside cladding layer 56 which consists of transparent fluorinated polyimide membrane.

[0120]

Furthermore, furthermore 2 and 2 'bis (3 and 4 -dicarboxy phenyl) hexafluoropropane 1% of solid component are added to mixed solution of dimethylacetamide (DMAc) solution of (6 FDA-ODA) polyamic acid and N- methyl pyrrolidone solution of (trifluoromethyl methacrylate vinyl pyrrolidone (3: 1)) copolymer oligomer.

[0121]

Because of this optical waveguiding characteristic to which as for optical waveguide which is acquired, adhesiveness of core cladding interface is good, stabilizes is acquired.

[0122]

According to this embodiment, in fluorination polymer matrix, adding fluorination compatibility molecule which possesses high fluorine concentration, in comparison with fluorination polymer matrix because it forms the polymer optical waveguide, fluorination compatibility molecule entering in fluorination polymer matrix, fluorination compatibility molecule in matrix, doing function like plasticizer, it forms solid solution and amorphous it means to form molecule agglomerate.

TRANSLATION STALLED optics uniform transparency,

明性、光伝搬性などに優れた高分子の光導波路を得ることができる。

【0123】

以上、本発明を好適な実施形態により説明してきたが、こうした記述は限定事項ではなく、勿論、種々の改変が可能である。

【0124】

【発明の効果】

本発明によると、低屈折率化分子を含有するドーパント層が光導波路コアの周辺に設けられており、ドーパント層に含有されていた低屈折率化分子が、光導波路コアの外側かつ角部ほど高濃度で、光導波路コアに偏在分布しての、容易なプロセスで実質的に円形断面を有するプレーナ光導波路を実現することができる。

また、本発明の高分子光導波路は、フッ素化ポリイミド、フッ素化ポリメタクリレート、およびフッ素化ポリシロキサンからなる群から選択される少なくとも一種のフッ素化高分子材料に、前記フッ素化高分子材料よりもフッ素濃度が高いフッ素化相溶性分子が添加された高分子組成物から構成されているので、光導波路の均一透明性が向上し、そして、耐久性、接着性などに優れている。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による第1の実施形態に係るプレーナ光導波路の断面図である。

【図2】

(a)から(d)は、第1の実施形態に係るプレーナ光導波路の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図3】

本発明による第2の実施形態に係るプレーナ光導波路の断面図である。

【図4】

(a)から(d)は、第2の実施形態に係るプレーナ光導波路の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図5】

(a)から(d)は、第3の実施形態に係るグレーデッド

light propagation polymer optical waveguide

【0123】

Above, this invention was explained with preferred embodiment, but such description is not limitation, of course, various alteration is possible.

【0124】

[Effects of the Invention]

With this invention, dopant layer which contains low index of refraction conversion molecule to be provided in periphery of optical waveguide core, because low index of refraction conversion molecule which is contained in dopant layer, about outside and corner of optical waveguide core with high concentration, maldistribution amount fabric doing in optical waveguide core, plane optical waveguide which substantially possesses circular cross section with easy process can be actualized.

In addition, because polymer optical waveguide of this invention in fluorination polymeric material of at least one kind which is selected from group which consists of fluorinated polyimide, fluorination polymethacrylate, and the fluorination polysiloxane, is formed from polymer composition where fluorination compatibility molecule where fluorine concentration is high in comparison with aforementioned fluorination polymeric material is added, uniform transparency of optical waveguide improves, and, is superior in durability, adhesiveness etc.

[Brief Explanation of the Drawing(s)]

[Figure 1]

It is a sectional view of plane optical waveguide which relates to first embodiment with this invention.

[Figure 2]

(d) is step sectional view in order to explain manufacturing method of plane optical waveguide which relates to first embodiment from (a).

[Figure 3]

It is a sectional view of plane optical waveguide which relates to second embodiment with this invention.

[Figure 4]

(d) is step sectional view in order to explain manufacturing method of plane optical waveguide which relates to second embodiment from (a).

[Figure 5]

(d) is step sectional view in order to explain manufacturing

ド型のプレーナー型高分子導波路の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図6】

(a)から(c)は、第3の実施形態に係るグレーデッド型のプレーナー型高分子導波路の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図7】

(a)から(d)は、第3の実施形態に係るステップ型のプレーナー型高分子導波路の製造方法を説明するための工程断面図である。

【図8】

従来のプレーナー光導波路の断面図

【符号の説明】

10

基板(シリコン基板)

100

基板

101

基板

11

基板(シリコン基板)

12

基板(シリコン基板)

20

酸化膜

200

下側クラッド層

201

下側クラッド層

21

下側ドーパント層

22

下側ドーパント層

30

フッ素化ポリイミド膜

300

コア層

method of plane type polymer waveguide of gray dead type which relates to embodiment of third from (a).

[Figure 6]

(c) is step sectional view in order to explain manufacturing method of plane type polymer waveguide of gray dead type which relates to embodiment of third from (a).

[Figure 7]

(d) is step sectional view in order to explain manufacturing method of plane type polymer waveguide of step type which relates to embodiment of third from (a).

[Figure 8]

sectional view of conventional plane optical waveguide

[Explanation of Symbols in Drawings]

10

substrate (silicon substrate)

100

substrate

101

substrate

11

substrate (silicon substrate)

12

substrate (silicon substrate)

20

oxidized film

200

underside cladding layer

201

underside cladding layer

21

underside dopant layer

22

underside dopant layer

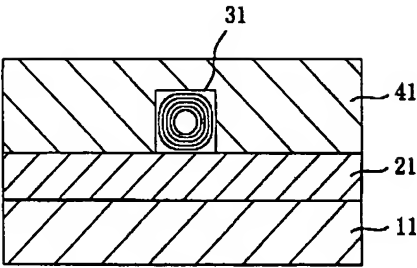
30

fluorinated polyimide membrane

300

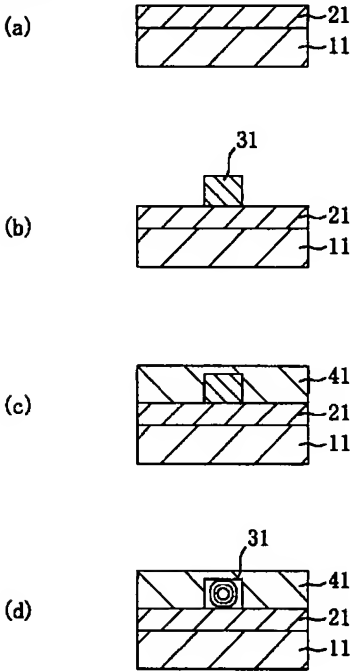
core layer

301	301
コア層	core layer
31	31
コア層	core layer
32	32
コア層	core layer
35	35
フッ素化ポリシロキサン膜	fluorination polysiloxane film
36	36
フッ素化ポリイミド膜	fluorinated polyimide membrane
40	40
光導波路	optical waveguide
400	400
上側クラッド層	topside cladding layer
401	401
上側クラッド層	topside cladding layer
41	41
上側ドーパント層	topside dopant layer
42	42
上側ドーパント層	topside dopant layer
45	45
光導波路	optical waveguide
46	46
光導波路	optical waveguide
50	50
上側クラッド層	topside cladding layer
52	52
上側クラッド層	topside cladding layer
62	62
下側クラッド層	underside cladding layer
Drawings	
【図1】	[Figure 1]



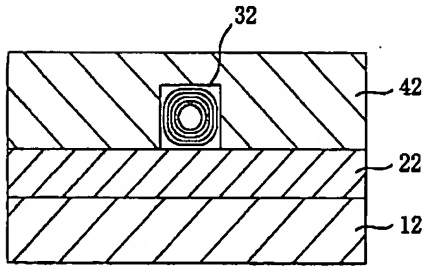
【図2】

[Figure 2]



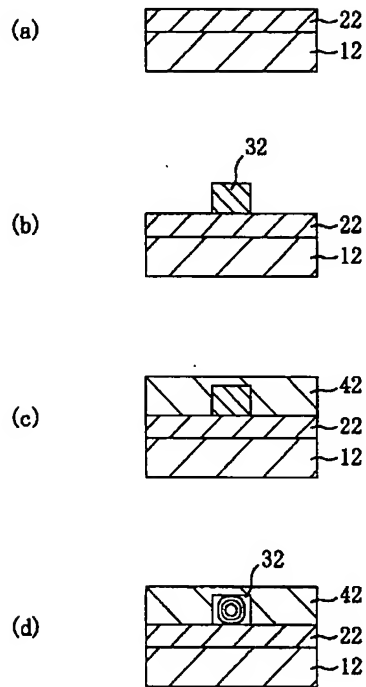
【図3】

[Figure 3]



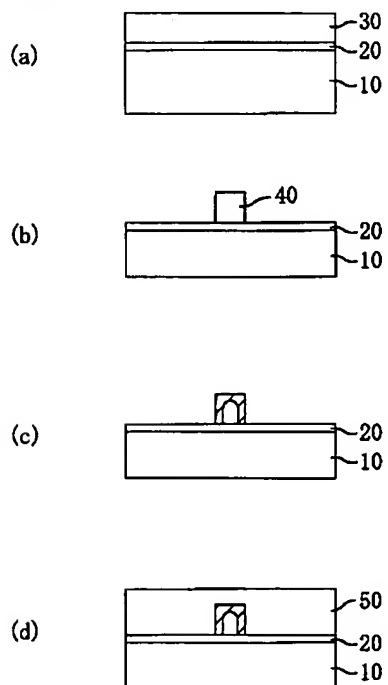
【図4】

[Figure 4]



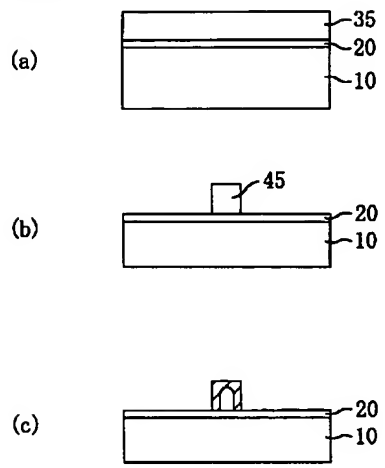
【図5】

[Figure 5]



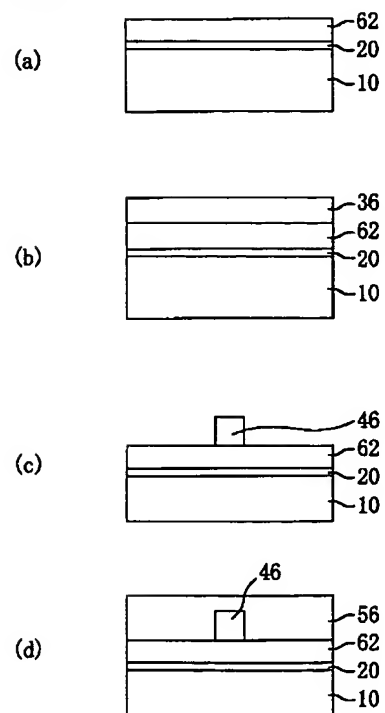
【図6】

[Figure 6]



【図7】

[Figure 7]



【図8】

[Figure 8]

